



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

Διπλωματική εργασία με

θέμα:

**«ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ  
ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ.»**

**Επιβλέπουσα καθηγήτρια:**

**Δρ. Αθηνά Στέγγου-Σαγιά**

**Καλογράνης Γεώργιος**

**ΑΚ. ΕΤΟΣ: 2008**

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	XI
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ	XII

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>**

1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.2	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΧΩΡΟ	10

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

#### ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΘΕΩΡΙΑΣ

2.1	ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	15
2.2	ΕΙΔΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	16
2.3	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	16
2.3.1	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	18
2.3.2	ΦΑΙΑΝΘΡΑΚΕΣ ΚΑΙ ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΕΣ	18
2.3.3	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	19
2.4	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	20
2.4.1	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	21
2.5	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	23
2.5.1	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	23
2.6	ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	25
2.6.1	ΓΕΝΙΚΑ	26
2.6.2	ΕΙΔΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	27
2.6.3	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	28
2.6.4	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	29
2.7	ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	30
2.8	ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	31
2.9	ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	32
2.10	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	33

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΚΑΘΕ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

3.1	Η ΧΡΗΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ ΚΑΙ Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ	38
3.1.1	ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ	40
3.1.2	ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ	41
3.1.3	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΛΙΓΝΙΤΗ	45
3.1.4	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ	45
3.1.5	ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΛΙΓΝΙΤΗ	50
3.1.6	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ	51
3.2	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	54
3.3	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	54
3.4	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	55
3.5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

4.1	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ	59
4.1.2	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ	60
4.2	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	64
4.3	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	69

4.4	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	72
4.5	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	73
4.6	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	75
4.7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	76

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>**

### ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

5.1	ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	78
5.2	Η ΤΕΦΡΑ	79
5.3	ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ	79
5.4	ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ	80
5.5	ΤΟΞΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ	81
5.6	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	81
5.7	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΡΥΠΩΝ ΛΟΓΩ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	86
5.8	ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΛΟΓΩ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΗ	89
5.9	ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ	91
5.10	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΗ	94
5.11	ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ	99

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>**

### ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

6.1	ΜΕΡΙΜΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	101
6.2	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΗ ΧΡΗΣΗ	101
6.3	ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟ 2000	102

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>**

### ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

7.1	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	108
7.2	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ	109
7.3	Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΗΣ ΤΟΥΟΤΑ	112

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>**

### ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

8.1	Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	114
8.2	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	116

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup>**

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

9.1	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	122
9.2	ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	123

	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	125
--	---------------------	-----

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι μέρες που ακολούθησαν μετά την βιομηχανική επανάσταση του 19<sup>ου</sup> αιώνα δημιούργησαν μεγάλη έξαρση για ενέργεια και για νέες πηγές ενέργειας για να μπορέσουν να καλύψουν τα κενά από την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Έτσι λοιπόν τα καύσιμα αφενός και η παραγωγή με την κατανάλωση ενέργειας από την άλλη γίνονται ζητήματα ιδιαίτερης σημασίας τόσο για την ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου, όσο και για την περαιτέρω ανάπτυξη της τεχνολογίας γενικότερα. Ιδιαίτερα στις μέρες μας που το περιβάλλον και οι κλιματολογικές αλλαγές έχουν πάρει απειλητικές διαστάσεις για την ζωή του ανθρώπου εξαιτίας της ανεξέλεγκτης χρήσης των πρωτογενών καυσίμων, είναι επιτακτικότερη από ποτέ η ανάγκη για την λογική χρήση τους. Στην παρούσα διπλωματική θα γίνει μια προσπάθεια να αναφερθούν και να περιγράψουν οι πρωτογενείς ενεργειακές καταναλώσεις καυσίμων που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς της χώρας μας, από την βιομηχανική μέχρι την οικιακή κατανάλωση. Στη συνέχεια αναφέρεται η συμβολή κάθε καυσίμου αλλά και η συμμετοχή του σε κάθε τομέα της ζωής της χώρας, δίνοντας ιδιαίτερα έμφαση στον λιγνίτη ο οποίος βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες και χρησιμοποιείται ευρύτατα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκρίνονται οι καταναλώσεις καυσίμων που εμφανίζονται στον Ελληνικό χώρο με τις καταναλώσεις καυσίμων στις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και παρουσιάζονται διαφορές και συμπεράσματα που βγαίνουν μέσα από την σύγκριση αυτή. Γίνεται μια αναφορά στον πιο ρυπογόνο τομέα, τον τομέα των μεταφορών για τον οποίο παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία αλλά και διάφορες άλλες περιβαλλοντικές ρυθμίσεις που έλαβαν μέρος στις χώρες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Τέλος παρουσιάζονται οι παραγόμενοι ρύποι από κάθε καύσιμο και προτείνεται μια εναλλακτική λύση, όπως αυτή των βιοκαυσίμων.

## ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

ΑΕΠ : Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος

ΔΕΗ : Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΑΓΗΣ: ΑτμοΗλεκτρικοί Σταθμοί

ΣΠΕΠ: Συνολική Πρωτογενής Παροχή Ενέργειας

ΤΠΠ: Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου

$\eta$  : Μέσος Βαθμός Απόδοσης επί τοις εκατό (%)

$H_u$  : Θερμογόνος Ικανότητα σε kJ/kg

$H_{uwf}$  : Θερμογόνος Ικανότητα σε kJ/kg του ίδιου καυσίμου χωρίς υγρασία

$H_{uwaf}$  : Θερμογόνος Ικανότητα σε kJ/kg του καυσίμου χωρίς υγρασία και τέφρα

w: Η περιεκτικότητα του φυσικού καυσίμου σε υγρασία (kg/kg)

a: Η περιεκτικότητα του φυσικού καυσίμου σε τέφρα (kg/kg)

$a_{wf}$ : Η περιεκτικότητα του φυσικού καυσίμου σε τέφρα χωρίς υγρασία (kg/kg)

A: Ο χαρακτηριστικός αριθμός αλκαλίων

RF: Η σχέση βασικά/όξινα συστατικά της τέφρας.

$Q_k$  : Θερμότητα καύσης

CO<sub>2</sub> : Διοξείδιο του άνθρακα

CH<sub>4</sub> : Μεθάνιο

N<sub>2</sub>O : Υποξείδιο του αζώτου

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> : Αιθάνιο

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> : Προπάνιο

C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> : Βουτάνιο

H<sub>2</sub>S : Υδρόθειο

SiO<sub>2</sub>: Διοξείδιο του Πυριτίου

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: οξείδιο του Αργιλίου

HFC: Υδροφθοράνθρακες

PFC: Πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες

SF<sub>6</sub> : Εξαφθοριούχο θείο

Gtoe: Ισοδύναμα με χίλια εκατομμύρια τόνους πετρελαίου

Mtoe: Ισοδύναμα με εκατομμύρια τόνους πετρελαίου

1 toe = 42 GJ

TWh: Terawatts Hour(s)

MW: Μεγαβάτ =  $10^3$  kW

GWh: Γίγαβατ =  $10^6$  kW

KWh: Κιλοβατώρα

EL: Πολύ λεπτόρρευστο

L: Λεπτόρρευστο

M: Μέσο

S: Βαρύ

PCBs: Κλοφέν

Ceq: Ισοδύναμος Άνθρακας

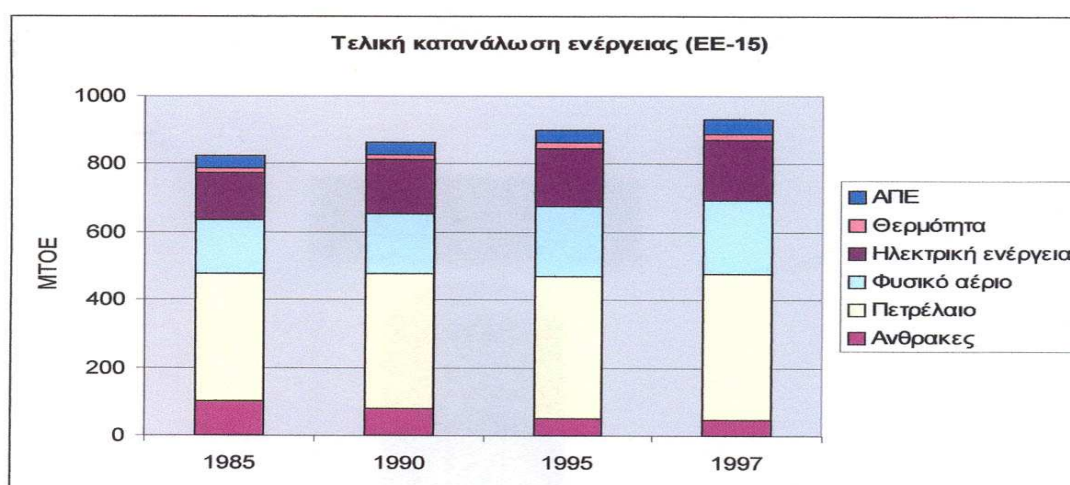
IGME: Ινστιτούτο Γεωλογικών Μεταλλευτικών Ερευνών



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ <sup>[1]</sup>

Λόγω της πρόσφατης βιομηχανικής ανάπτυξης που υπήρξε τις δύο τελευταίες δεκαετίες αλλά και της αύξησης του βιοτικού επιπέδου σε παγκόσμιο επίπεδο, η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς και μαζί της και η κατανάλωση των καυσίμων η οποία αποτελεί έναν από τους πιο κρίσιμους τομείς τόσο για την ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας όσο και ολόκληρης της Ευρωπαϊκής Ένωσης γενικότερα. Τελευταίες μελέτες έδειξαν ότι η παγκόσμια κατανάλωση καυσίμων αυξήθηκε κατακόρυφα κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990 και υπολογίζεται ότι μέχρι το 2020 η συνολική κατανάλωση θα έχει σχεδόν τριπλασιαστεί. Οι εξελίξεις αυτές μπορούν να γίνουν πιο κατανοητές αν παρατηρήσει κανείς την εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας από το 1985 έως το 1997 ανάλογα με την μορφή της που βρίσκεται στο σχήμα 1.1.

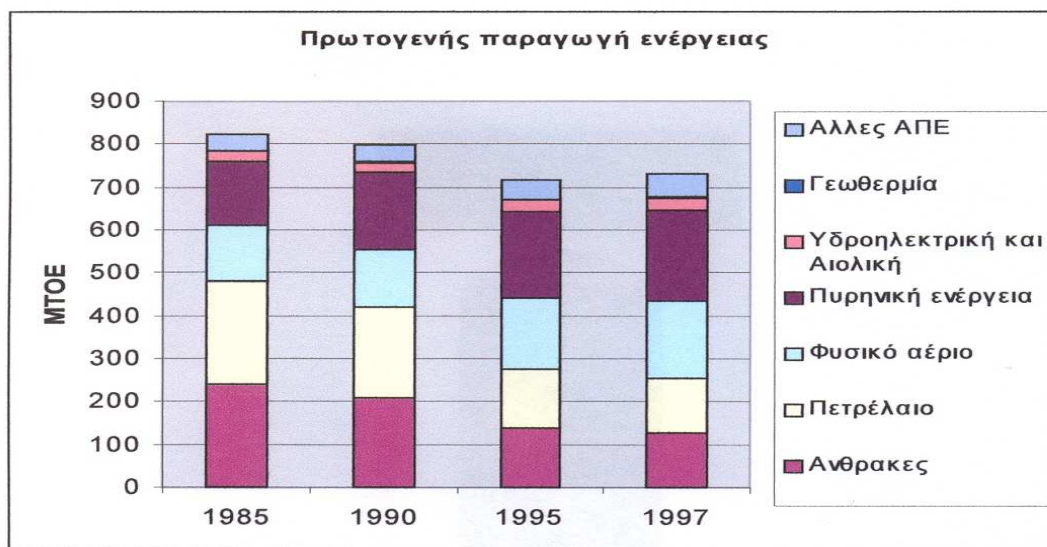


*Σχήμα 1.1 Κατανάλωση ενέργειας στην Ευρώπη των 15. <sup>[1]</sup>*

Οι καταναλώσεις των παραπάνω ενεργειακών πόρων είναι αρκετά σημαντικές αφού τα ορυκτά καύσιμα ο άνθρακας, το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο καταλαμβάνουν ποσοστό ίσο με το 80% της παγκόσμιας κατανάλωσης της ενέργειας.

Τα ορυκτά καύσιμα σε σχέση με άλλα καύσιμα προσφέρουν περισσότερα πλεονεκτήματα γιατί είναι εύκολη η χρήση τους, φθηνή η εξόρυξή τους, είναι ευρέως

διαθέσιμα και η υποδομή για την παροχή τους είναι ήδη υπαρκτή. Οι κλάδοι εφοδιασμού με ορυκτά καύσιμα είναι καλά οργανωμένοι και η προσφορά τους καλύπτει τα περισσότερα μέρη της υφελίου, παρόλα αυτά όμως έχουν δύο βασικά μειονεκτήματα. Πρώτον κατά την καύση τους εκπέμπονται ρύποι και αέρια θερμοκηπίου τα οποία προξενούν κλιματικές αλλαγές και δεύτερον χώρες που δεν διαθέτουν επαρκή αποθέματα ορυκτών καυσίμων και κυρίως πετρέλαιο, αντιμετωπίζουν κινδύνους για την ασφάλεια του ενεργειακού τους εφοδιασμού από την εξάρτησή τους σε άλλες χώρες για την παροχή πρωτογενούς ενέργειας. Για τον λόγο αυτό την τελευταία δεκαετία έχει γίνει στροφή των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ελλάδας μαζί σε νέες μορφές ενέργειας όπως είναι το φυσικό αέριο και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον και δεν έχουν μεγάλες εκπομπές ρύπων. Στο σχήμα 1.2 που ακολουθεί παρατηρούμε την πρωτογενή παραγωγή ενέργειας στην Ευρώπη από το 1985 έως το 1997.

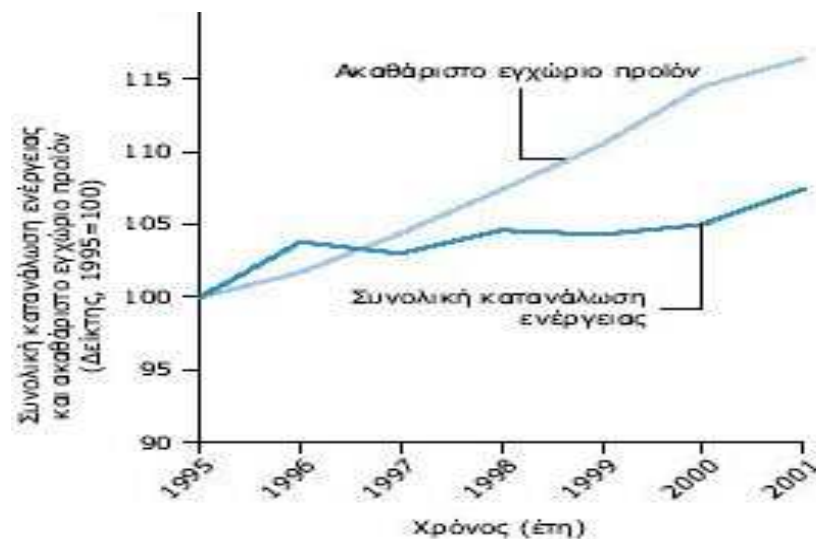


Σχήμα 1.2 Πρωτογενή παραγωγή ενέργειας στην Ευρώπη των 15. <sup>[1]</sup>

## 1.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΧΩΡΟ <sup>[2]</sup>

Η ενέργεια σήμερα θεωρείται κάτι δεδομένο, έτσι λοιπόν οι ελλείψεις των καυσίμων και οι διακοπές παροχής ηλεκτρικής ενέργειας μολονότι είναι σπάνιες δεν παύουν να μας υπενθυμίζουν πόσο εξαρτώμεθα από αυτή και πόσο έχει περάσει στη ζωή μας μέσα από τις διάφορες χρήσεις της, για τις μεταφορές, τη θέρμανση, τον κλιματισμό,

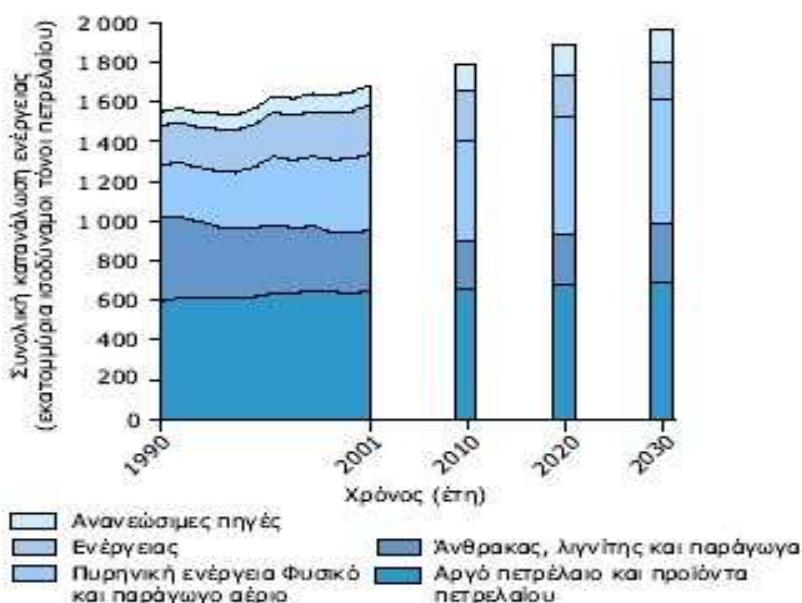
την κίνηση των εργοστασίων, τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις και τη λειτουργία των γραφείων. Η ανάγκη για ενέργεια αυξήθηκε τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου και με την αύξηση παράλληλα των αναγκών που δημιουργήθηκαν εξαιτίας των υπό ανάπτυξη χωρών όπως είναι η Ινδία και η Κίνα. Όπως φαίνεται από το σχήμα 1.3, η μεγάλη αύξηση του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος της διευρυμένης Ευρωπαϊκής Ένωσης, δεν συνεπάγεται ακριβώς και με την αντίστοιχη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Έτσι λοιπόν μεταξύ του 1995 και του 2001 η κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε κατά 7%, ενώ το ΑΕΠ κατά 16%. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργήσει τον κίνδυνο να αυξηθεί η κατανάλωση σε καύσιμα από τα πιο νέα υπό ανάπτυξη κράτη δημιουργώντας έτσι πρόβλημα εξεύρεσης ενεργειακών πηγών.



Σχήμα 1.3. Κατανάλωση ενέργειας συναρτήσει της μεταβολής του ΑΕΠ στην Ε.Ε. [2]

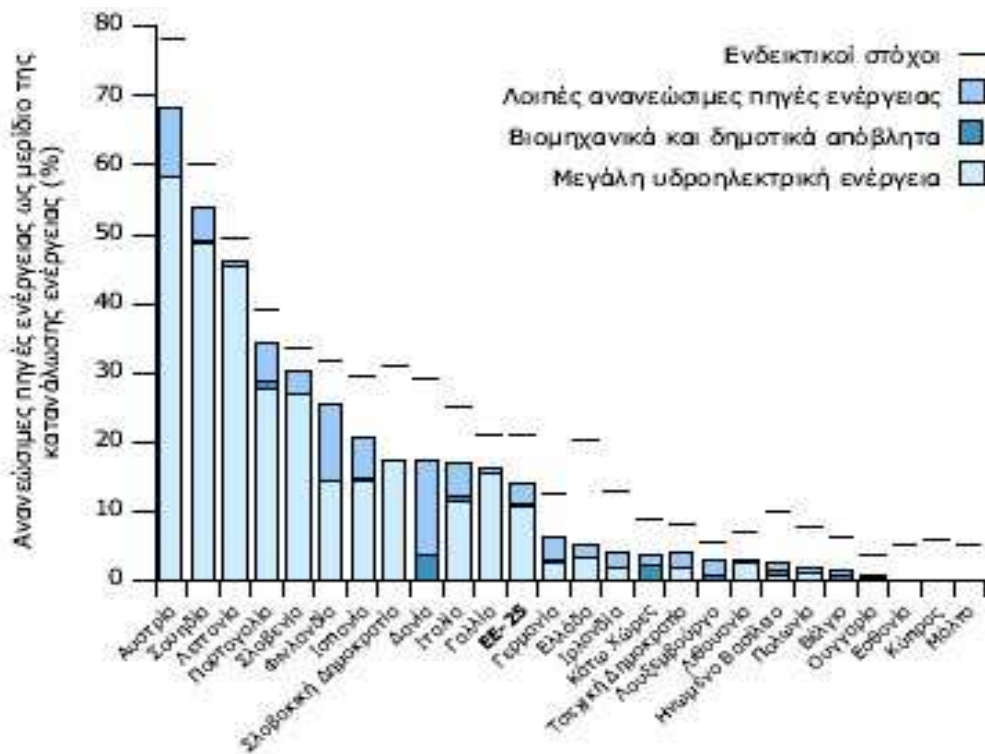
Πολλές από αυτές τις ενεργειακές πηγές που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι πεπερασμένες και η χρήση τους πολλές φορές αποτελεί συχνά πηγή ρύπανσης για το περιβάλλον με ιδιαίτερα τα ορυκτά καύσιμα που βρίσκονται σε αφθονία στη φύση και ενώ μπορεί να αποτελούν την οικονομικότερη λύση που είναι το σημαντικότερο όφελος από την άλλη ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος της ρύπανσης και της καταστροφής του περιβάλλοντος. Έτσι λοιπόν η βιωσιμότητα του περιβάλλοντος και η αυξανόμενη τιμή των συμβατικών καυσίμων οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η χρήση των ορυκτών καυσίμων πρέπει να περιοριστεί ή να αρχίσει να γίνεται με πιο ευφύστερο τρόπο, ενώ παράλληλα θα πρέπει να αναπτυχθούν και άλλες

εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Το 80% της ενέργειας περίπου που καταναλώνεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση προέρχεται από τα ορυκτά καύσιμα όπως είναι το πετρέλαιο και ο άνθρακας, το γεγονός αυτό κάνει την οικονομία μιας χώρας πιο ευάλωτη αφού η πλειονότητα των δραστηριοτήτων της εξαρτάται από τις μεταβολές αυτών. Για το λόγο αυτό έχει ξεκινήσει μια στροφή σε διαφορετικά είδους εναλλακτικά καύσιμα από τα ορυκτά και κυρίως τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η αύξηση του ποσοστού της ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από αναλώσιμες πηγές έναντι της συνολικής κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 25 αυξήθηκε από 12% που ήταν το 1990 σε 14% το 2001, από το οποίο το μεγαλύτερο ποσοστό προέρχεται από τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα.<sup>[2]</sup> Στο σχήμα 1.4 φαίνονται κάποιες καταναλώσεις καυσίμων για τα έτη 1990 έως το 2001, αλλά και για μελλοντικές προβλέψεις τους έως το 2030.



Σχήμα 1.4. Κατανάλωση ενέργειας συναρτήσει του χρόνου. <sup>[2]</sup>

Στο παρακάτω σχήμα 1.5 φαίνεται η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ η οποία στηρίζεται σχεδόν αποκλειστικά σε υδροηλεκτρικά έργα και γι'αυτό το λόγω απαιτείται στο μέλλον να γίνει μεγαλύτερη η παραγωγή ενέργειας και από άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως είναι η αιολική, η βιομάζα και η ηλιακή, γιατί με την εισαγωγή και τη χρήση περισσότερων ειδών καυσίμων η οικονομία μιας χώρας γίνεται πιο ευέλικτη και πιο ανεπηρέαστη σε προσπάθειες ελάττωσης ανάπτυξης της βιομηχανίας της μέσω αύξησης της τιμής των καυσίμων.



Σχήμα 1.5. Κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ε.Ε. <sup>[2]</sup>

Έτσι η μακροπρόθεσμη ασφάλεια των καυσίμων μιας χώρας σημαίνει και περιορισμός της εξαρτησής της από άλλες χώρες για τον εφοδιασμό ή την αντιστάθμιση της σε συνεργασία απέναντι σε θέματα επενδύσεων και μεταφοράς τεχνολογίας, όπως χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Ρωσία, η οποία αποτελεί σημαντική πηγή ορυκτών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας. Για να μπορέσουν όμως αυτά τα μέτρα να είναι επαρκή θα πρέπει πρώτα η Ευρωπαϊκή Ένωση να εξελιχθεί σε μια οικονομία χαμηλής κατανάλωσης άνθρακα και να περιορίσει τη χρήση των ορυκτών καυσίμων στις βιομηχανίες, στις μεταφορές και στις κατοικίες χρησιμοποιώντας άλλες πηγές ενέργειας όπως είναι το φυσικό αέριο, η πυρηνική ενέργεια, αλλά και άλλες εναλλακτικές πηγές.



*Σχήμα 1.6.* Τα αιολικά πάρκα αποτελούν μια από τις καλύτερες λύσεις για παραγωγή ενέργειας. (Η φωτογραφία είναι από το Αιολικό πάρκο του Παναχαϊκού Όρους στην Πάτρα).<sup>[3]</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΘΕΩΡΙΑ.

Αρχικά θα ασχοληθούμε με τον ορισμό της έννοιας των καυσίμων, πως δηλαδή ορίζεται ένα καύσιμο, τα είδη των καυσίμων και τη χημική τους σύσταση.

#### **2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ** <sup>[4,5]</sup>

Καύσιμα λέγονται οι ουσίες που ενώνονται με το οξυγόνο παράγοντας έτσι θερμότητα. Τα καύσιμα χρησιμοποιούνται σε πλήθος τεχνικών εφαρμογών για την παραγωγή της θερμικής ενέργειας. Ένα μεγάλο πλήθος ουσιών φυσικής ή τεχνητής προέλευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμα, αλλά μόνο ένας ορισμένος αριθμός από αυτές έχουν πρακτική αξία από τεχνικής άποψης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα για να γίνει κατανοητή αυτή η διαφορά είναι τα μέταλλα. Τα μέταλλα εκτός από το μαγνήσιο δεν καίγονται και κάποια άλλα κάτω από ορισμένες συνθήκες ενώνονται με το οξυγόνο πολύ εύκολα. Έτσι π.χ. ο σίδηρος όταν είναι σε λεπτό διαμερισμό καίγεται και αυτό μπορούμε να το παρατηρήσουμε εύκολα με το κόψιμο μιας σιδηρόβεργας με ένα τροχό. Η παραγόμενη θερμότητα αυτού του είδους της καύσης δεν είναι τεχνικά εκμεταλλεύσιμη. Το κριτήριο επομένως για να χαρακτηριστεί μια ουσία σαν καύσιμο, είναι ότι θα πρέπει η παραγόμενη θερμότητα από την καύση να είναι τεχνικά εκμεταλλεύσιμη, δηλαδή να έχουμε μετατροπή της ενέργειας που παράγεται σε μηχανικό έργο στις θερμικές μηχανές.

Η ανάπτυξη της πυρηνικής φυσικής και της πυρηνικής τεχνολογίας έχουν σαν αποτέλεσμα τη διεύρυνση της έννοιας των καυσίμων περιλαμβάνοντας έτσι και άλλες ουσίες από τις οποίες η παραγόμενη θερμότητα δεν προέρχεται από την καύση αλλά από πυρηνικές αντιδράσεις, δηλαδή από διεργασίες που γίνονται σε ατομικό επίπεδο στους πυρήνες των μορίων των ουσιών αυτών.

Έτσι, ο ορισμός για τα καύσιμα έχει πλέον διευρυνθεί:

*Καύσιμα είναι οι ουσίες που απελευθερώνουν ενέργεια κατά μία συμβατική ή πυρηνική αντίδραση και η ενέργεια αυτή που απελευθερώνεται είναι εκμεταλλεύσιμη, δηλαδή*

μπορεί να μετατραπεί σε μηχανικό έργο μέσα από διάφορες θερμικές μηχανές. <sup>[4]</sup> Το πιο διαδεδομένο καύσιμο και το πρώτο που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο είναι η βιομάζα, ενώ σήμερα από τα πιο συνηθισμένα καύσιμα είναι ο λιγνίτης, το φυσικό αέριο και τα προϊόντα της απόσταξης του αργού πετρελαίου, το πετρέλαιο, η βενζίνη, η κηροζίνη.

## 2.2 ΕΙΔΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ <sup>[4]</sup>

Τα καύσιμα μπορούν να καταταγούν με πολλούς τρόπους, ένας βασικός τρόπος κατάταξης τους είναι σε :

- Συμβατικά καύσιμα, όπως είναι το πετρέλαιο.
- Πυρηνικά καύσιμα, όπως είναι το ουράνιο.

Με την σειρά τους τα συμβατικά καύσιμα κατατάσσονται ανάλογα με τις φυσικές τους ιδιότητες σε :

- Στερεά καύσιμα, όπως είναι ο λιγνίτης, ο λιθάνθρακας, ο ανθρακίτης.
- Υγρά καύσιμα, όπως είναι η βενζίνη, η κηροζίνη.
- Αέρια καύσιμα, όπως είναι το υγραέριο, το φυσικό αέριο.

## 2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ <sup>[5]</sup>

Από τα παλαιότερα στερεά καύσιμα που υπάρχουν είναι οι λιθάνθρακες, οι οποίοι προήλθαν από τους φαιάνθρακες μέσα από μια σειρά γεωλογικών διαδικασιών (μεγάλη πίεση και θέρμανση από τα υπερκείμενα γεωλογικά στρώματα με αποτέλεσμα την δημιουργία τους). Οι γαιάνθρακες είναι καύσιμα πλούσια σε αδρανή συστατικά και έχουν μικρή θερμογόνου ικανότητα, ενώ η καλύτερης ποιότητας γαιάνθρακες χρησιμοποιούνται για οικιακούς σκοπούς και για τη βιομηχανία.

Το κυριότερο από τα στερεά καύσιμα είναι η τύρφη. Η τύρφη αποτελείται κυρίως από λιγνίτη και ένα μικρό ποσοστό πισσασφάλτου και κυτταρίνης. Οι μεγαλύτεροι σε ηλικία από την τύρφη είναι οι νεότεροι φαιάνθρακες ή αλλιώς όπως λέγονται μαλακοί



φαιάνθρακες. Το κύριο συστατικό αυτών των φαιανθράκων είναι τα οξέα φυτικής προέλευσης όπως ο λιγνίτης και ο πυροπισσίτης. Οι φαιάνθρακες είναι ινώδεις και μαλακοί. Αντίθετα με την τύρφη δεν είναι ελαστικοί αλλά πλαστικοί. Χαρακτηριστικό για τους φαιάνθρακες είναι η περιεκτικότητά τους σε πτητικά που φτάνει από 55% έως 65% και σε υγρασία από 50% έως 70%, ενώ σημαντική είναι και η παρουσία τέφρας με 2% έως 20%. Εξαιτίας αυτής της μεγάλης τους περιεκτικότητας σε αδρανείς ουσίες η θερμογόνος ικανότητά είναι πολύ μικρή  $H_u=3,4-105\text{MJ/kg}$  ή  $800-2000\text{MJ/kg}$ . Αντιπροσωπευτικοί μαλακοί φαιάνθρακες στη χώρα μας βρίσκονται στα κοιτάσματα της Πτολεμαΐδας και της Μεγαλόπολης, όπου δεν είναι τυχαίο ότι εκεί υπάρχουν και τα μεγαλύτερα λιγνιτωρυχεία που εφοδιάζουν με λιγνίτη τα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια της ΔΕΗ. Οι μεγαλύτερης σε ηλικία από τους μαλακούς φαιάνθρακες, είναι οι γαιώδεις φαιάνθρακες όπου χαρακτηρίζονται από την περιεκτικότητά τους σε πτητικά από 50% έως 70%, σε τέφρα από 10% έως 30% και σε υγρασία από 25% έως 40%. Η θερμογόνος ικανότητά τους είναι  $H_u=10-12\text{MJ/kg}$  ή  $2500-5000\text{MJ/kg}$ .

Αντιπροσωπευτικοί αυτής της κατηγορίας φαιάνθρακες είναι οι Γιουγκοσλαβικοί Trbovlje, οι Αυστριακοί Wolkersdorf, οι Τουρκικοί Tuncbilek και οι Γερμανικοί Reissenberg. Η μεγάλη ποικιλία των συνδυασμών των συστατικών των φαιανθράκων και οι διαφορές που παρουσιάζουν στην τιμή της θερμογόνου ικανότητας τους οφείλονται κυρίως στη διαφορετική ποιότητα των κοιτασμάτων τους, στην διαφορετική γενετική προέλευση τους και στις διαφορές στον τρόπο εξόρυξης τους. Το σημαντικότερο στοιχείο με το οποίο μπορεί να μελετάται η ενεργειακή επάρκεια ενός καυσίμου, είναι η θερμογόνος ικανότητα που αυτό έχει. Για να μπορέσει λοιπόν να υπολογιστεί η θερμογόνος ικανότητα του φυσικού καυσίμου όπως ακριβώς εξορύσσεται, του καυσίμου χωρίς υγρασία και του καυσίμου χωρίς υγρασία και τέφρα, δίνονται αντίστοιχα οι παρακάτω σχέσεις για  $H_u$ ,  $H_{uwf}$  και  $H_{uwaf}$ .

$$H_{uwf} = \frac{Hu + 2449w}{1 - w}, Hu = (1 - w)H_{uwf} - 2449w, \quad (\text{kJ/kg}) \quad (1)$$

$$H_{uwaf} = \frac{Hu + 2449w}{1 - w - a}, Hu = (1 - w - a)H_{uwaf} - 2449w, \quad (\text{kJ/kg}) \quad (2)$$

$$Hu_{waf} = \frac{Hu_{wf}}{1 - a_{wf}}, Hu_{wf} = (1 - a_{wf})Hu_{waf}, \quad (\text{kJ/kg}) \quad (3)$$

Όπου :

- w: η περιεκτικότητα του φυσικού καυσίμου σε υγρασία (kg/kg).
- a: η περιεκτικότητα του φυσικού καυσίμου σε τέφρα (kg/kg).
- $a_{wf}$ : η περιεκτικότητα του φυσικού καυσίμου σε τέφρα χωρίς υγρασία (kg/kg).

Ο χαρακτηρισμός των στερεών καυσίμων που γίνεται ως προς τα πτητικά τους, τις ουσίες δηλαδή που εξατμίζονται κατά την παραμονή των καυσίμων στο περιβάλλον, γίνεται με βάση το ποσοστό των πτητικών ουσιών που έχουν παραμείνει στο καθαρό καύσιμο και τη σύσταση του οπτάνθρακα η αλλιώς όπως λέγεται κωκ, το οποίο παραμένει μετά την αφαίρεσή τους. Ενδεικτικά τέτοια στερεά καύσιμα είναι ο λιγνίτης, οι φαιάνθρακες και οι λιθάνθρακες οι οποίοι περιγράφονται παρακάτω:

### 2.3.1 ΛΙΓΝΙΤΗΣ <sup>[6]</sup>

Ο λιγνίτης είναι ένα είδος ορυκτού καύσιμου το οποίο ανήκει στην κατηγορία των στερεών καυσίμων, το κύριο στοιχείο του είναι ο άνθρακας, είναι ορυκτό χαμηλότερης περιεκτικότητας σε άνθρακα από τον ανθρακίτη και υψηλότερης περιεκτικότητας σε άνθρακα από την τύρφη. Προέρχεται από φυτά τα οποία βρίσκονταν εγκλωβισμένα σε υπόγειους χώρους πριν από εκατομμύρια χρόνια και η θερμική του αξία είναι μικρότερη από του ανθρακίτη. Ο λιγνίτης χρησιμοποιείται κυρίως στα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά και για άλλες χρήσεις, όπως για την παραγωγή οργανοχημικών λιπασμάτων για την γεωργία και για την παραγωγή κωκ. Το χρώμα του λιγνίτη είναι καφέ-μαύρο και περιέχει από 35 έως 65% ποσοστό σε υγρασία.

### 2.3.2 ΦΑΙΑΝΘΡΑΚΕΣ ΚΑΙ ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΕΣ <sup>[5]</sup>

Οι φαιάνθρακες και οι λιθάνθρακες είναι καύσιμα με τελείως διαφορετικά συστατικά, είναι δύο κατηγορίες των γαιανθράκων που αποτελούνται από μεγάλη ποικιλία συστατικών. Το φυσικό καύσιμο όταν παραλαμβάνεται κατά την εξόρυξή του

περιέχει διάφορα άκαυστα συστατικά, τα συστατικά αυτά αποτελούνται από υγρασία και άλλες καύσιμες ύλες που χαρακτηρίζονται όλα μαζί ως τέφρα. Όταν το φυσικό καύσιμο ξηρανθεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, τότε αποβάλλει ένα μέρος από την επιφανειακή υγρασία του. Αν θερμανθεί μέτρια στους (105°C), αφαιρείται και η υπόλοιπη επιφανειακή υγρασία καθώς και η υγρασκοπική του υγρασία και το καύσιμο τότε χαρακτηρίζεται ως ξηρό, δηλαδή χωρίς υγρασία. Το ξηρό καύσιμο που απομένει αποτελείται από την καύσιμη ύλη, τις καύσιμες οργανικές ενώσεις και την τέφρα. Αν το ξηρό καύσιμο θερμανθεί μέχρι τους 850°C και σε περιβάλλον χωρίς οξυγόνο με ξηρή απόσταξη τότε αποβάλλει τα πτητικά συστατικά του και το υπόλοιπο στερεό που παραμένει χαρακτηρίζεται ως οπτάνθρακας ή αλλιώς όπως λέγεται κωκ. Αποτελείται από την καύσιμη ύλη που την ονομάζουμε καθαρό άνθρακα και την τέφρα. Η περιεκτικότητα του καυσίμου σε τέφρα μπορεί να προσδιοριστεί μέσα από την καύση του στους 850°C όπου μετά το τέλος της, αυτό που παραμένει είναι η άκαυστη τέφρα όπου ζυγίζεται και συγκρίνεται με την αρχική ποσότητα του καυσίμου.

### 2.3.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ <sup>[5]</sup>

Η συμπεριφορά και η χρησιμοποίηση των στερεών καυσίμων μπορεί να εξαχθεί μόνο όταν προσδιοριστούν τα συστατικά των γαιανθράκων :

- η υγρασία,
- τα πτητικά,
- το κωκ,
- η τέφρα,

Τα συστατικά αυτά μπορούν να προσδιοριστούν μέσα από διάφορες αναλύσεις.

- Τα πτητικά, είναι υδρογονάνθρακες οι οποίοι υπό την μορφή των ατμών εγκαταλείπουν το καύσιμο σε θερμοκρασίες 400 έως 800°C με θέρμανση και χωρίς την παρουσία αέρα. Η περιεκτικότητα που έχει το καύσιμο σε πτητικά είναι πολύ σημαντική γιατί επηρεάζει τη ροή της καύσης σε μια εστία, αφού τα πτητικά εξερχόμενα από το καύσιμο αναφλέγονται πριν καν αρχίσει η καύση του στερεού καυσίμου. Έτσι λοιπόν τα πτητικά είναι χρήσιμα γιατί

βοηθούν, πρώτον στον προσδιορισμό της γεωλογικής ηλικίας του καυσίμου (φαιάνθρακες ή λιθάνθρακες), και δεύτερον επειδή μπορούν να αποτελέσουν ένα πολύ σπουδαίο κριτήριο για τον καθορισμό της ποιότητας και της χρησιμοποίησης των διάφορων καυσίμων.

- Η τέφρα, σχηματίζεται κατά κύριο λόγο από τις μεταλλικές ενώσεις που υπήρχαν στα δένδρα και στα φυτά από τα οποία σχηματίστηκαν οι γαιάνθρακες, καθώς και από τις άκαυστες προσμείξεις τους. Η τέφρα περιέχει διάφορες ενώσεις του  $SO_3$  που προήλθαν από την καύση του θείου που περιέχεται στο καύσιμο, καθώς επίσης και από τα οξείδια των μετάλλων Al, Si, Fe, Ca, Mg, K και Na. Η τέφρα των φαιανθράκων περιέχει ένα μεγάλο ποσοστό αλκαλικών γαιών, ενώ η τέφρα των λιθανθράκων κατά κύριο λόγο περιέχει  $SiO_2$  και  $Al_2O_3$ .

Τεχνικά στοιχεία για την τέφρα, είναι η συμπεριφορά που έχει κατά τη μαλάκωσή της. Η υγρή τέφρα μπορεί να προκαλέσει την διακοπή της παροχής αέρα προς το μέτωπο καύσης του κόκκου και να αυξήσει με τον τρόπο αυτό σημαντικά το ποσοστό των ακαύστων. Η τέφρα επειδή είναι ένα υλικό που περιέχει μεγάλο αριθμό συστατικών δεν παρουσιάζει ένα σαφές σημείο, αλλά κάθε φορά χαρακτηρίζεται από την εκάστοτε καμπύλη της.

## 2.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ <sup>[5]</sup>

Τα υγρά καύσιμα χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ιδιαίτερα σε απομονωμένα νησιά ή σημεία που βρίσκονται μακριά από το δίκτυο της ηλεκτρικής ενέργειας. Κυριότερος εκπρόσωπος αυτών των υγρών καυσίμων είναι το πετρέλαιο. Τα υγρά καύσιμα έχουν σαν βάση τα βαριά κατάλοιπα του φυσικού πετρελαίου που απομένουν μετά την παραλαβή του υγραερίου, βενζίνης και καυσίμου Diesel με τη διαδικασία της κλασματικής απόσταξης. Τα κατάλοιπα σε μικρές ποσότητες ελαφρότερων αποσταγμάτων ή ακόμα και του φυσικού πετρελαίου αποτελούν το βασικό υγρό καύσιμο ως γνωστό με το όνομα “Μαζούτ”. Σε μικρές ποσότητες χρησιμοποιούνται ως καύσιμα, πίσσες και πετρελαιοειδή, που προέρχονται

από την εξαέρωση φαιανθράκων ή λιθανθράκων καθώς επίσης και από κατάλοιπα της κατεργασίας χαρτιού ή κυτταρίνης.

Κατά DIN 51603, διαχωρίζουμε τα υγρά καύσιμα σε τέσσερις κατηγορίες: EL (πολύ λεπτόρρευστο), L (λεπτόρρευστο), M (μέσο) και S (βαρύ).

Τα πετρέλαια S έχουν διαφορετικές περιεκτικότητες σε παραφίνες, νάφθες, ολεφίνες και αρωματικές ενώσεις, ανάλογα με τον τόπο προέλευσής τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα για να μπορέσει ένα πετρέλαιο S να εκπληρώσει τις προδιαγραφές που προβλέπονται από το DIN 51603 πολλές φορές πρέπει να αναμειγνύεται με ελαφρότερα προϊόντα απόσταξης. Η χημική σύσταση των υγρών καυσίμων συνήθως περιλαμβάνει υδρογονάνθρακες και μικρά ποσοστά οξυγόνου και αζώτου. Επίσης στα πετρελαιοειδή περιέχεται και θείο με περιεκτικότητα η οποία εξαρτάται από τον τόπο προέλευσης του και τον τρόπο κατεργασίας του πετρελαίου. Στην κατηγορία EL, η περιεκτικότητα αυτή φθάνει περίπου το 0,5%, ενώ στην κατηγορία S το 5%.

#### 2.4.1 ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ <sup>[4,7,8]</sup>

Το πετρέλαιο, η ονομασία του προέρχεται από το ελληνικό *πέτρα* και *έλαιο*, "*λάδι της πέτρας*" / λατινικά *Oleum* - *έλαιο*, όπου μερικές φορές στην καθημερινή γλώσσα αποκαλείται και *μαύρος χρυσός* ή *τσάι του Τέξας*, είναι ένα παχύρρευστο, μαύρο ή βαθύ καφετί ή πρασινωπό υγρό. Το αργό πετρέλαιο (το ακατέργαστο) είναι ορυκτό καύσιμο και υπάρχει στα ανώτερα στρώματα μερικών περιοχών τού φλοιού της Γης. Σχηματίζεται από φυτά και ζώα που θάφτηκαν στη Γη πριν από εκατομμύρια χρόνια και λόγω της πίεσης που ασκείται από τα υπερκείμενα στρώματα και της θερμότητας που αναπτύχθηκε σε αυτά τα υπολείμματα των οργανισμών μετατράπηκαν στο γνωστό ορυκτό υγρό, το πετρέλαιο. Είναι μίγμα πολλών υδρογονανθράκων, ένα μεγάλο μέρος της σειράς των αλκανίων αλλά περιέχει και αρκετούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες.



Σχήμα 2.1. Διύλιση πετρελαίου.<sup>[9]</sup>

Χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή ενέργειας μέσω της διύλισης καυσίμων για μηχανές εσωτερικής καύσης και για το λόγω αυτό αποτελεί σημαντική πηγή ενέργειας. Αποτελεί την πρώτη ύλη για πολλά χημικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των διαλυτών, των λιπασμάτων, των φυτοφαρμάκων, καθώς και άλλων συνθετικών προϊόντων όπως των πλαστικών, των απορρυπαντικών μέχρι ακόμη και ορισμένων εκρηκτικών υλών. Τα προϊόντα αυτά που προέρχονται απ' το πετρέλαιο λέγονται πετροχημικά και ο κλάδος της χημείας που ασχολείται με την ανάπτυξή τους ονομάζεται πετροχημεία.



Σχήμα 2.2. Άντληση πετρελαίου κοντά στη Θάσο.<sup>[10]</sup>

## 2.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ <sup>[11]</sup>

Ως αέρια καύσιμα σήμερα προσδιορίζονται τρία κυρίως είδη, το φυσικό αέριο, το φωταέριο και το αέριο των υψικαμίνων. Από αυτά τα είδη το φυσικό αέριο είναι φυσικό προϊόν, ενώ τα άλλα δύο είναι αέρια που παράγονται βιομηχανικά. Φυσικό αέριο χαρακτηρίζεται κάθε μείγμα υδρογονανθράκων που προέρχεται από τις πετρελαιοφόρες κοιλότητες της γης και όταν είναι σε συνθήκες κανονικής πίεσης και θερμοκρασίας βρίσκεται σε αέρια κατάσταση. Η χημική σύσταση των φυσικών αερίων ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή παραγωγής τους, συνήθως περιέχουν αέριους υδρογονάνθρακες όπως το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), το αιθάνιο ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), το προπάνιο ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) και το βουτάνιο ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), σε διάφορες περιεκτικότητες. Τις περισσότερες φορές όμως περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα, του αζώτου, του υδρόθειου, αλλά και διάφορες άλλες οργανικές ενώσεις του θείου.

Το φωταέριο παράγεται από την ξηρή απόσταξη λιθανθράκων κατά την παραγωγή του κωκ, χρησιμοποιείται στις υψικαμίνους για την παραγωγή σιδήρου ή χάλυβα. Το φωταέριο περιέχει υδρογόνο (57%) και μεθάνιο (24%) ως καύσιμα, ενώ υπάρχουν ακόμα μικρά ποσά μονοξειδίου του άνθρακα (5%).

Το αέριο της υψικαμίνου περιέχει σαν καύσιμα συστατικά κυρίως το μονοξείδιο του άνθρακα (31%) και μικρά ποσά υδρογόνου ίσα με (2,3%) περίπου. Το υπόλοιπο μέρος, αποτελείται από άζωτο (57,4%) και διοξείδιο του άνθρακα (9%) και αυτός είναι και ο κύριος λόγος της χαμηλής θερμογόνου ικανότητας του ( $H_u \leq 4380 \text{kJ} / \text{kg}$  ή  $1050 \text{kcal} / \text{kg}$ ).

### 2.5.1 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το Φυσικό αέριο αποτελείται από μίγμα αερίων υδρογονανθράκων το οποίο εξάγεται από τις υπόγειες κοιλότητες της γης κάτω από υψηλή πίεση και μεταφέρεται στους τόπους που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως ακριβώς είναι χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασίας του. Είναι αέριο άχρωμο, άοσμο και γι' αυτό το λόγω του δίνεται μια χαρακτηριστική οσμή τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε τυχόν διαρροές του.

Το φυσικό αέριο είναι η καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας μετά τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων από την χρήση του είναι μικρότερα σε σχέση με αυτά των συμβατικών καυσίμων, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης του μειώνει σημαντικά την συνολική κατανάλωση καυσίμου και παράλληλα έχει σαν αποτέλεσμα να περιορίσει την ατμοσφαιρική ρύπανση βοηθώντας έτσι και στην εξοικονόμηση της ενέργειας.

Με την αντικατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας από το φυσικό αέριο για οικιακές και εμπορικές χρήσεις μπορούν να αποφευχθούν οι απώλειες μετατροπής του σε ηλεκτρική ενέργεια, ακόμα σε μονάδες συνδυασμένου κύκλου έχει σαν αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση του βαθμού απόδοσης παραγωγής του ηλεκτρισμού σε 52-55% έναντι του 35-40% των συμβατικών ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών. Λόγω της "καθαρότητας" των προϊόντων της καύσης του, το φυσικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε ορισμένες βιομηχανικές εφαρμογές χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών που έχουν ως συνέπεια τις ενεργειακές απώλειες και την μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο. Η χρήση του φυσικού αερίου μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας και η διεύρυνση της χρήσης του στον οικιακό, τον εμπορικό και τον βιομηχανικό τομέα συμβάλλει αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση της ανεργίας με τη δημιουργία νέων θέσεων και ειδικοτήτων στην αγορά εργασίας.

Οφέλη από τη χρήση του φυσικού αερίου στον οικιακό και στον εμπορικό τομέα :

- Είναι πολύ οικονομική ενέργεια.
- Οδηγεί σε γρήγορη απόσβεση της επένδυσης.
- Η μέτρηση του γίνεται με ακρίβεια.
- Ο λογαριασμός πληρώνεται μετά την κατανάλωση.
- Δεν απαιτείται αποθηκευτικός χώρος Φυσικού αερίου στο σπίτι.

Τα προνόμια του φυσικού αερίου είναι οι ευκολίες στην αυτονομία, στην ασφάλεια και στην οικονομία, καθώς:

- στη θέρμανση, γίνεται χωρίς εξαρτήσεις και με σταθερή παροχή κάτω από τον πλήρη έλεγχο.
- για το μαγείρεμα, χωρίς χρόνους αναμονής και με άμεση ρύθμιση της θερμοκρασίας.



- για το ζεστό νερό, τη στιγμή που το θέλουμε και όταν το θέλουμε.
- Προσφέρει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των συσκευών, με υψηλότερη απόδοση και μικρότερο κόστος συντήρησης, χωρίς πρόσθετες δαπάνες για την ομαλή λειτουργία του.
- Οικονομία, αφού χρεώνεται τόσο ακριβώς όσο χρησιμοποιείται και δεν χρειάζεται να προπληρώνεται όπως γίνεται με το πετρέλαιο.
- Είναι οικονομικότερο από το πετρέλαιο και αρκετά φθηνότερο από τον ηλεκτρισμό.

Το φυσικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επιχειρήσεις τριτογενούς τομέα όπως ξενοδοχεία, νοσοκομεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα, αθλητικά και πολιτιστικά κέντρα, μεγάλα κτίρια γραφείων, χώρους αναψυχής, εμπορικά κέντρα και καταστήματα.

## **2.6 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ <sup>[10,12]</sup>**

Οι ήπιες μορφές ενέργειας ή αλλιώς όπως λέγονται "Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας" (ΑΠΕ), είναι μορφές εκμετάλλευσης της ενέργειας που προέρχεται από διάφορες φυσικές διαδικασίες όπως είναι ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος "ήπιες" αναφέρεται χάρη σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους, πρώτον γιατί για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση όπως εξόρυξη, άντληση, ή καύση, όπως γινόταν μέχρι τώρα με τις ήδη χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά η εκμετάλλευση τους γίνεται από τις ήδη υπάρχουσες από τη φύση ροές ενέργειας. Δεύτερον, πρόκειται για "καθαρές" μορφές ενέργειας, δηλαδή είναι πολύ φιλικές στο περιβάλλον και δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες ούτε διοξείδια του άνθρακα ή άλλα τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα όπως γίνεται με τις υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα.

Ως "ανανεώσιμες πηγές" θεωρούνται οι εναλλακτικές πηγές των παλαιών παραδοσιακών πηγών ενέργειας, π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα, που είναι η ηλιακή και η αιολική πηγή ενέργειας. Ο χαρακτηρισμός "ανανεώσιμες" μπορούμε να πούμε ότι είναι κάπως καταχρηστικός μιας και ορισμένες από αυτές τις πηγές όπως είναι η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Τελευταία η Ευρωπαϊκή Κοινότητα υιοθετεί νέες πολιτικές για την χρήση τέτοιων ανανεώσιμων

πηγών ενέργειας οι οποίες θα βοηθήσουν σημαντικά στην ανάπτυξη και την εξάπλωση τους.



Σχήμα 2.4 Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας. <sup>[12]</sup>

### 2.6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται γύρω από την ηλιακή ακτινοβολία με εξαίρεση αυτήν της γεωθερμικής ενέργειας η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης και της ενέργειας που προέρχεται από τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία και ήπιες πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες μιας και δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ όσο υπάρχει ο ήλιος. Η βιομάζα είναι ενέργεια που προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια και βρίσκεται δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης. Η αιολική ενέργεια είναι αυτή που εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα, ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης και συμπύκνωσης του νερού από την κυκλοφορία του. Η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι ανανεώσιμη καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται λόγω εξάντλησης της ενέργειας που βγαίνει μέσα από αυτά.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται είτε άμεσα κυρίως για θέρμανση, είτε έμμεσα μετατρέπομενες σε άλλες μορφές ενέργειας κυρίως ηλεκτρισμό, ή μηχανική ενέργεια. Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας

συνολικής κατανάλωσης της ενέργειας. Από την μια η υψηλή τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών και από την άλλη τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής τους καθώς και οι πολιτικές και οι οικονομικές σκοπιμότητες κάνουν τη διατήρηση αυτής της μορφής ενέργειας δύσκολη στην εκμεταλλευσή της. Ειδικά σε μια χώρα σαν την Ελλάδα που διαθέτει κατάλληλη μορφολογία και κλίμα για νέες ενεργειακές εφαρμογές η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα μπορούσε να βοηθούσε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

Το ενδιαφέρον για ήπιες μορφές ενέργειας ξεκίνησε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα των συνεχόμενων πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση των κλασικών πηγών ενέργειας. Στην αρχή ξεκίνησαν ακριβές στην πειραματική τους εφαρμογή και σήμερα έφτασαν στο σημείο να λαμβάνονται υπόψη σε επίσημους σχεδιασμούς ανεπτυγμένων κρατών για τη χρήση της παρεχόμενης ενεργειάς τους αν και συμβάλλουν ακόμα με μικρό ποσοστό στην παραγωγή ενέργειας. Το κόστος των ήπιων μορφών ενέργειας πέφτει συνέχεια τα τελευταία είκοσι χρόνια ειδικά η αιολική ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια αλλά και η βιομάζα, με τη σειρά τους μπορούν τώρα να ανταγωνίζονται τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως είναι ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά στις Η.Π.Α. το 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα υπολογίζεται ότι το 2010 το ποσοστό θα είναι ίσο με το 25% της ενέργειας και θα προέρχεται κυρίως από την υδροηλεκτρική ενέργεια και την βιομάζα.

### **2.6.2 ΕΙΔΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ <sup>[12]</sup>**

- Η Αιολική ενέργεια, είναι αυτή που χρησιμοποιήθηκε παλιότερα για την άντληση νερού από τα πηγάδια και για την άλεση στους ανεμόμυλους, ενώ σήμερα έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η Ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές όπως είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες και οι φούρνοι, ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού είναι αρκετά δαπανηρή.

- Οι Υδατοπτώσεις είναι τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα που ανήκουν στο χώρο των ήπιων μορφών ενέργειας και εξειδικεύονται περισσότερο στις μικρές υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις που είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας.
- Η Βιομάζα χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών δηλαδή χρησιμοποιεί κυρίως τα απόβλητα βιομηχανίας ξύλου, τροφίμων, ζωοτροφών, βιομηχανίας ζάχαρης καθώς και αστικά απόβλητα-απορρίμματα, με σκοπό την αποδέσμευση της ενέργειας που δεσμεύτηκε απ' το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση. Μπορεί να δώσει βιοαιθανόλη και βιοαέριο, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμα και είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα παραδοσιακά καύσιμα. Η βιομάζα είναι πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον.
- Η Γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται απ' τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης, είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, δηλαδή μέσα από θερμοπίδακες ή από πηγές ζεστού νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε θερμικές εφαρμογές ή στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χώρα της Ισλανδίας η οποία καλύπτει το 80-90% των ενεργειακών της αναγκών με τη βοήθεια της γεωθερμικής ενέργειας.
- Η Ενέργεια από παλίρροιες, η παραγωγή ενέργειας με αυτήν την μορφή εκμεταλλεύεται την κίνηση του Ήλιου και της Σελήνης η οποία προκαλεί την ανύψωση της στάθμης του νερού. Καθώς το νερό ανέρχεται αποθηκεύεται και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα παράγοντας έτσι ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία με ικανοποιητικά αποτελέσματα.
- Η Ενέργεια από τα κύματα εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας.

### 2.6.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας:

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον επειδή έχουν ουσιαστικά ελάχιστα κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται ποτέ να εξαντληθούν σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν στη συνεισφορά ενεργειακής κατανάλωσης μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών καθώς επίσης και να αποτελέσουν εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Έχουν ευέλικτες εφαρμογές και μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του πληθυσμού καταργώντας έτσι την ανάγκη για δημιουργία μονάδων παραγωγής ενέργειας στην ύπαιθρο αλλά και τη μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και στη συντήρηση καθώς έχει αρκετά μεγάλο χρόνο διάρκειας ζωής.

#### **2.6.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

Τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας :

- Έχουν μικρό σχετικά συντελεστή απόδοσης περίπου 30% ή χαμηλότερο και απαιτείται μεγάλο κόστος εφαρμογής, εξαιτίας αυτού μέχρι σήμερα χρησιμοποιούνται μόνο σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη μεγάλων αναγκών στα αστικά κέντρα.
- Η παροχή και η απόδοση της αιολικής, της υδροηλεκτρικής και της ηλιακής ενέργειας εξαρτώνται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές και προκαλούν θόρυβο και το θάνατο πολλών πουλιών. Με τη διαρκή εξέλιξη της τεχνολογίας και την προσεκτικότερη επιλογή των χώρων εγκαταστάσής τους, δηλαδή πάνω σε κορυφές βουνών και σε πλατφόρμες μέσα στη θάλασσα αυτά τα προβλήματα μειώνονται.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

## 2.7 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ <sup>[4]</sup>

Μέσα στον 20<sup>ο</sup> αιώνα αναπτύχθηκε σημαντικά η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη μέθοδο της πυρηνικής ενέργειας. Είναι η ενέργεια που εκλύεται από τις πυρηνικές αντιδράσεις. Στην πράξη όμως ο όρος πυρηνική ενέργεια χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει την ενέργεια που απελευθερώνεται σε τεράστιες ποσότητες κατά την πυρηνική σχάση, δηλαδή τη διάσπαση ατομικών πυρήνων προς ελαφρότερους και κατά την πυρηνική σύντηξη, δηλαδή την ένωση των πυρήνων για το σχηματισμό βαρύτερων. Οι αντιδράσεις αυτές διαχωρίζονται σε ελεγχόμενες και σε μη ελεγχόμενες πυρηνικές αντιδράσεις. Οι μη ελεγχόμενες λαμβάνουν χώρα κατά την έκρηξη της ατομικής βόμβας ή της βόμβας υδρογόνου και οι ελεγχόμενες πυρηνικές αντιδράσεις χρησιμοποιούνται ως πρωτογενής ενεργειακή πηγή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας μέσω ειδικών κινητήρων. Έως το 1995 οι εφαρμογές των κινητήρων που χρησιμοποιούσαν πυρηνικά καύσιμα περιορίζονταν στη ναυσιπλοΐα σε μικρή κλίμακα δηλαδή σε πολεμικά πλοία, σε υποβρύχια, σε παγοθραυστικά, σε εμπορικά πλοία.

Όμως πολύ σημαντικότερη για την παγκόσμια οικονομία είναι η χρήση της πυρηνικής ενέργειας σαν πρωτογενής ενεργειακή πηγή με τη βοήθεια διατάξεων που ονομάζονται πυρηνικοί αντιδραστήρες. Σύμφωνα με στοιχεία της Διεθνούς Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας το 1995 λειτουργούσαν σε 34 χώρες 431 συγκροτήματα πυρηνικών αντιδραστήρων με μεικτή απόδοση 360,263(MW), ενώ βρίσκονταν στο στάδιο της οικοδόμησης άλλα 60 συγκροτήματα σε 18 χώρες. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των εγκαταστάσεων αυτών σε παγκόσμιο επίπεδο ανερχόταν το 1994 σε 2.209 γιγαβατώρες (GWh), χωρίς την Κίνα για την οποία δεν υπάρχουν επίσημα στοιχεία, και αντιπροσώπευε το 18% της παγκόσμιας παραγωγής. Οι περισσότεροι πυρηνικοί αντιδραστήρες 109 στο σύνολο με συνολική ισχύ 104,89(GW) βρίσκονται στις ΗΠΑ και ακολουθούν, η Γαλλία με 56 αντιδραστήρες μεικτής ισχύος 61,044 (GW)<sup>[13]</sup>

Παρά την μεγάλη χρήση που εμφανίζει στις στατιστικές η πυρηνική ενέργεια, παραμένει αμφισβητούμενη τόσο από επιστημονικής και τεχνολογικής σκοπιάς όσο και από πολιτικής. Τα κύρια επιχειρήματα είναι οι κίνδυνοι που διατρέχει ο άνθρωπος και το περιβάλλον σε περίπτωση πυρηνικού ατυχήματος όπως αυτή του Τσερνομπίλ

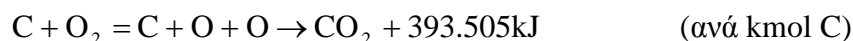
το 1986 και τα προβλήματα που συνοδεύονται για την αποκομιδή και την αποθήκευση των ραδιενεργών αποβλήτων. Οι υποστηρικτές της από την άλλη πλευρά επισημαίνουν το χαμηλό κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού και την απουσία ατμοσφαιρικών ρύπων οι οποίοι συνοδεύουν τους κλασικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν σαν πρωτογενή ενεργειακή πηγή το πετρέλαιο, τους γαιάνθρακες και το φυσικό αέριο.

## 2.8 ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ <sup>[11]</sup>

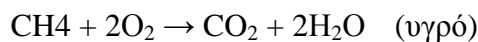
Όπως αναφέραμε πιο πάνω η χημική ενέργεια των καυσίμων μετριέται μέσω της θερμογόνου ικανότητας τους. Για να γίνει πιο κατανοητό δίνονται παρακάτω κάποιες χημικές αντιδράσεις καθώς και η θερμογόνος δύναμη τους, η ενέργεια δηλαδή που παράγεται κατά την καύση κάθε καυσίμου. Τα κύρια συστατικά που περιέχουν τα παραπάνω καύσιμα είναι τα στοιχεία άνθρακας (C), υδρογόνο (H<sub>2</sub>) και θείο (S). Εάν λοιπόν έχουμε μίγματα καυσίμων στοιχείων τότε η θερμότητα καύσεως Q<sub>k</sub> ενός τέτοιου μείγματος είναι ίση με το άθροισμα των Q<sub>k</sub> των συστατικών του στοιχείων. Για παράδειγμα η καύση του C προς CO και κατόπιν προς CO<sub>2</sub> έχουμε:



ή



όπως φαίνεται έχουμε εξώθερμες αντιδράσεις με την θερμογόνο ικανότητα στο τελευταίο μέλος κάθε αντίδρασης. Εάν όμως έχουμε χημικές ενώσεις καυσίμων τότε απαιτείται προσοχή στον υπολογισμό της Q<sub>k</sub> διότι για την ένωση των καυσίμων στοιχείων της ενώσεως με το O<sub>2</sub> θα πρέπει πρώτα να διασπαστεί η ένωση στα στοιχεία της, γεγονός που απαιτεί θερμότητα ίση με τη θερμότητα (η ενθαλπία) σχηματισμού της. Δίνεται για παράδειγμα η καύση του μεθανίου (CH<sub>4</sub>) κατά την εξίσωση:



## 2.9 ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ <sup>[11]</sup>

Όσο αφορά τα συνήθη καύσιμα αυτά χαρακτηρίζονται από την στοιχειακή ανάλυση τους η οποία προσδιορίζεται χημικά και δίνεται αναλυτικά από τα μικρά γράμματα c, h, o, s, n, . . ., w, a, που παριστάνουν την κατά μάζα περιεκτικότητα του καυσίμου στα διάφορα στοιχεία C, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, S, N<sub>2</sub>, . . ., σε H<sub>2</sub>O και τα υπόλοιπα άκαυστα συστατικά (τέφρα).

Ισχύει ότι:  $C + h + o + s + n + \dots + w + a = 1,00$

Κατά κανόνα τα στοιχεία αυτά δεν περιλαμβάνονται στο καύσιμο μεμονωμένα αλλά ως επί το πλείστον υπό μορφή χημικών ενώσεων μεταξύ τους. Οι χημικές ενώσεις δεν μπορούν να προσδιορισθούν εύκολα και η θερμότητα σχηματισμού τους είναι συνήθως άγνωστη.

Ειδικότερα για τα υγρά καύσιμα όπως η βενζίνη, η κηροζίνη, το καύσιμο Diesel, το καύσιμο των λεβήτων(μαζούτ) κλπ., μπορούμε να πούμε ότι αυτά δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους ως προς την στοιχειακή τους σύσταση, την περιεκτικότητα τους δηλαδή σε C και H<sub>2</sub>, αλλά διαφέρουν ως προς το είδος των υδρογονανθράκων και την μορφή που εμφανίζονται αυτά τα συστατικά στο καύσιμο. Αυτό φαίνεται καλύτερα από την παρακάτω τυπική στοιχειακή ανάλυση<sup>1</sup>:

Πίνακας 2.1 <sup>[11]</sup>

%	Βενζίνη	Κηροζίνη	Καύσιμο Diesel	Ελαφρό Καύσιμο Λεβήτων	Βαρύ Καύσιμο Λεβήτων
<b>C</b>	85,5	86,3	86,3	86,2	86,1
<b>H</b>	14,4	13,6	12,8	12,4	11,8
<b>S</b>	0,1	0,1	0,9	1,4	2,1



Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι τα καύσιμα αυτά δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ούτε προς την ενεργειακή αλλά ούτε και ως προς την στιχομετρική τους συμπεριφορά.

## 2.10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα παραπάνω καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

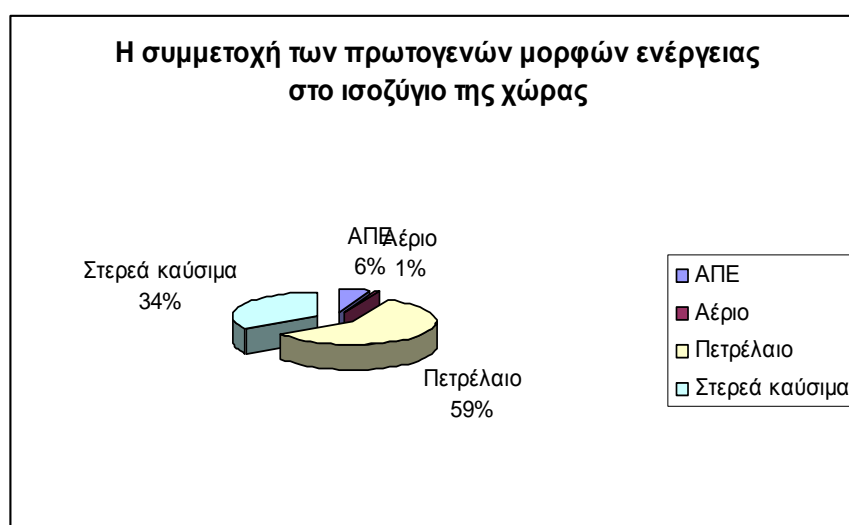
- Η Ε.Ε. θα πρέπει να εξελιχθεί σε μια οικονομία χαμηλής κατανάλωσης στερεών καυσίμων περιορίζοντας τη χρήση τους στη βιομηχανία, στις μεταφορές και στις κατοικίες, χρησιμοποιώντας στη θέση τους άλλες πηγές ενέργειας όπως είναι το φυσικό αέριο, η πυρηνική ενέργεια και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ο άνθρακας, ο λιγνίτης δηλαδή αποτελεί το πιο ρυπογόνο καύσιμο και εξαιτίας της καύσης του οφείλεται το 40% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.
- Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας μπορούν να συνεισφέρουν στην ενεργειακή κατανάλωση διότι χρησιμοποιούν καύσιμα τα οποία υπάρχουν άφθονα στη φύση, στον αέρα, στο νερό χωρίς ωστόσο να προκαλούν ρύπανση του περιβάλλοντος.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

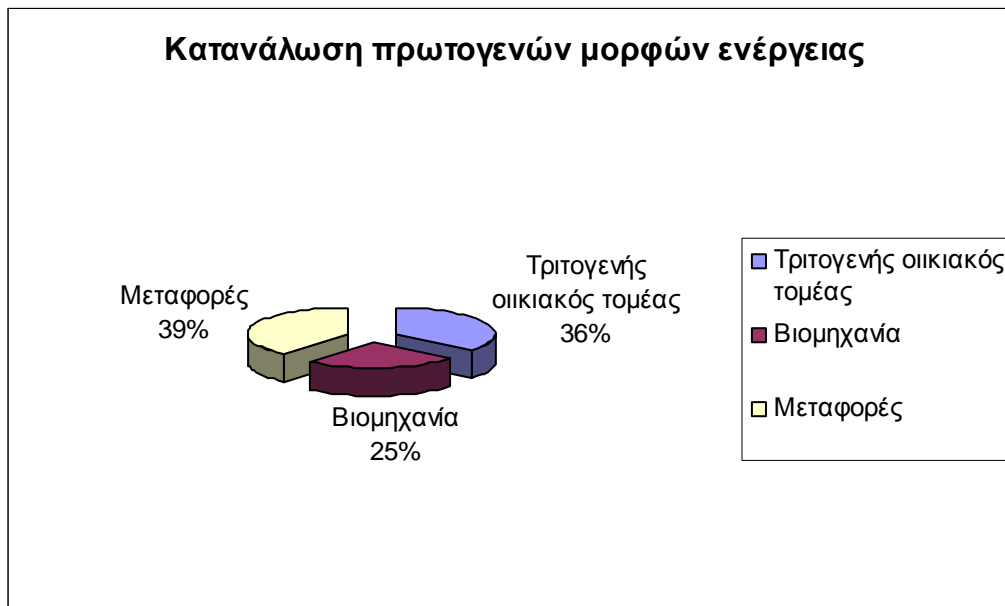
#### ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΚΑΘΕ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ. <sup>[6]</sup>

Για την παραγωγή ενέργειας στον Ελλαδικό χώρο χρησιμοποιείται ο λιγνίτης στα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια και το πετρέλαιο για την λειτουργία των αεροστροβίλων στα νησιά. Τα τελευταία χρόνια εμφανίζεται μια προσπάθεια για την εξάπλωση του φυσικού αερίου ιδίως στον οικιακό τομέα αλλά και μια διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η Ελλάδα σύμφωνα με τα στοιχεία που δημοσιεύονται στην ετήσια έκθεση για την ενέργεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης<sup>[21]</sup>, χαρακτηρίζεται σαν ένα πολύ σπάταλο και ρυπογόνο ενεργειακό σύστημα με σημαντικά περιθώρια βελτίωσης. Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην ενεργειακή παραγωγή είναι πολύ μικρή σε σχέση με το υπάρχον εκμεταλλεύσιμο δυναμικό και έτσι αποτελεί ένα ενεργειακό σύστημα εξαρτώμενο από την εισαγόμενη ενέργεια με κυρίαρχα τα υγρά καύσιμα.

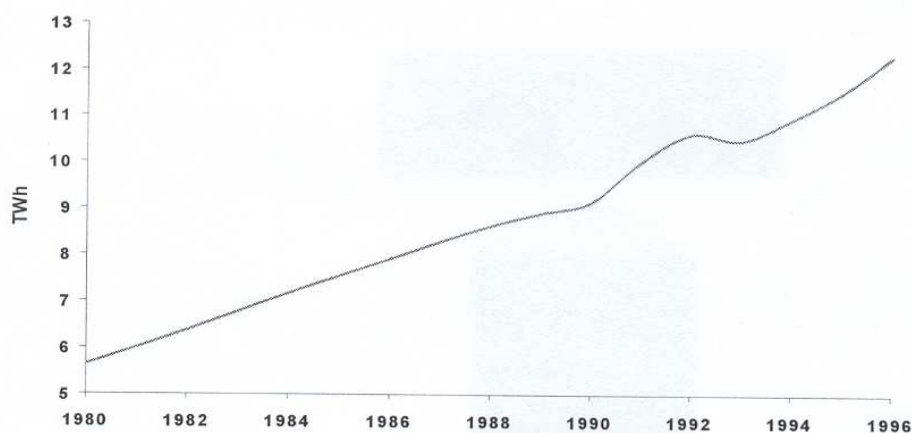
Η κατά κεφαλή κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται στο 65% του Ευρωπαϊκού μέσου όρου και η ένταση της ενέργειας εμφανίζει αυξητικές τάσεις όπως και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>. Η συμμετοχή των πρωτογενών μορφών ενέργειας στο ισοζύγιο της χώρας είναι:



Η κατανάλωση πρωτογενών μορφών ενέργειας γίνεται ως εξής:



Το σύνολο της ενέργειας που καταναλώνεται στην Ελλάδα διοχετεύεται κυρίως για τις ανάγκες θέρμανσης, και κίνησης οχημάτων, αλλά και για την αντιμετώπιση των αναγκών στον βιομηχανικό τομέα. Ενδεικτικά το 75% της συνολικής ζήτησης της ενέργειας των νοικοκυριών στη Βόρεια Ελλάδα αποτελεί θερμότητα για την κάλυψη των αναγκών της θέρμανσης. Η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια συνεχώς αυξάνεται και το 2005 καταναλώθηκαν περίπου 42 TWh ηλεκτρικής ενέργειας από τις οποίες το 29% (12.2 TWh) καταναλώθηκαν στον οικιακό τομέα.

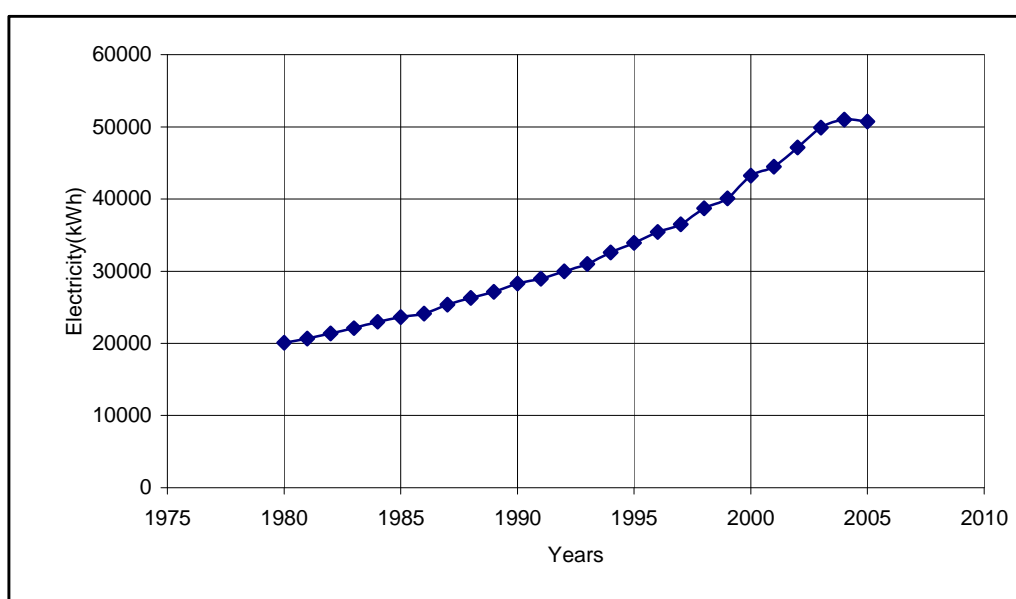


Σχήμα 3.1.<sup>[13]</sup> Αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας από τον οικιακό τομέα, 1980-1996.

Στον ακόλουθο πίνακα 3.1 παρουσιάζεται η μεταβολή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που σημειώθηκε στην Ελλάδα διαχρονικά από το 1955 μέχρι το 2005.

Πίνακας 3.1. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας σε kWh. <sup>[13]</sup>

1955	1960	1970	1980	1990	2000	2005
551	1.422	8.358	20.065	28.337	43.263	50.719

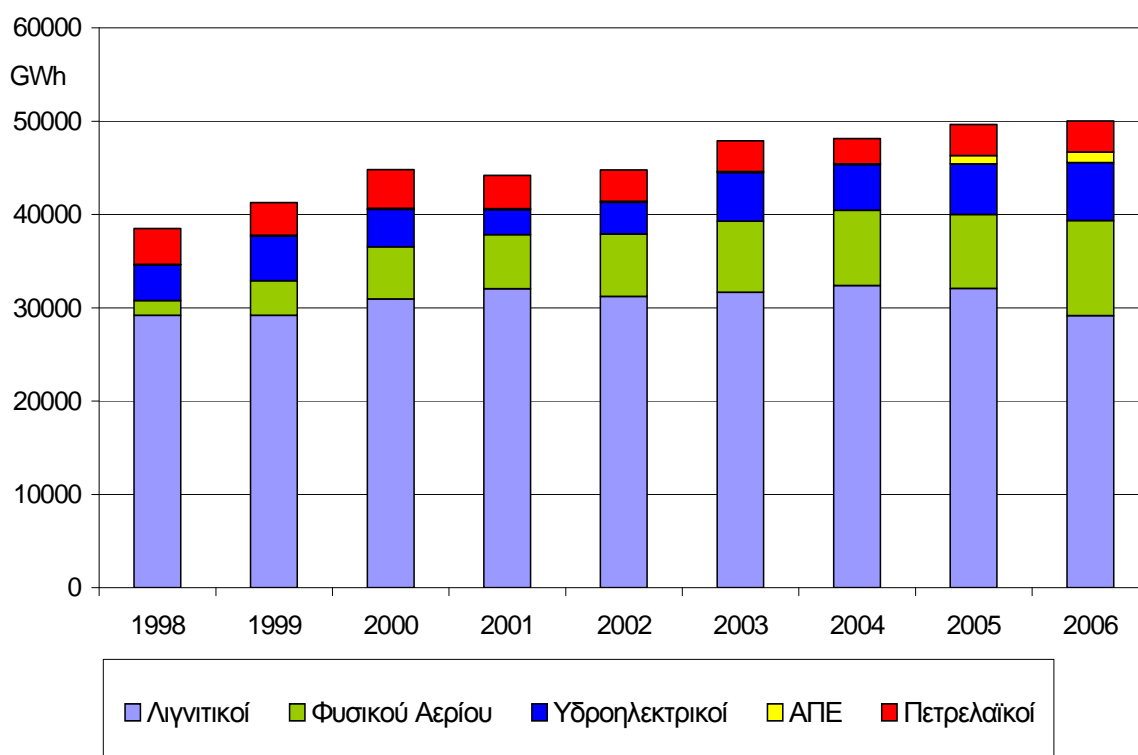


Σχήμα 3.2. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας. <sup>[13]</sup>

Όπως φαίνεται στα παραπάνω σχήματα 3.1 και 3.2, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στον Ελλαδικό χώρο είναι συνεχώς αυξητική ιδιαίτερος τα τελευταία 10 χρόνια με την ανάπτυξη της βιομηχανίας, την εκτίναξη των πωλήσεων των οχημάτων αλλά και λόγω του αυξανόμενου βιοτικού επιπέδου. Όλα αυτά μαζί οδηγούν στην αύξηση της

κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας απαιτώντας μεγαλύτερα ποσά πρωτογενών καυσίμων για την κάλυψη των αναγκών και την ανάπτυξη της Ελλάδας γενικότερα.

Στο σχήμα 3.3 εμφανίζεται η κατανάλωση καυσίμων στην Ελλάδα που όπως φαίνεται την μεγαλύτερη αύξηση γνώρισε ο λιγνίτης, ενώ τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να εμφανίζεται η σταθεροποίηση του. Σημαντική εμφανίζεται να είναι και η αύξηση που γνωρίζει η παραγωγή ενέργειας από το Φυσικό Αέριο και το πετρέλαιο.



Σχήμα 3.3 Ενεργειακοί πόροι κατανάλωσης καυσίμων στην Ελλάδα <sup>[13]</sup>

Στο σχήμα 3.4, δίνονται στοιχεία συμμετοχής των καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας για το 2005 της ΔΕΗ, που όπως φαίνεται ο λιγνίτης κρατάει το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής ενέργειας με 60,41%, ενώ σημαντικό ποσοστό έχει κερδίσει το φυσικό αέριο με 14,46%, αλλά και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα τα οποία δεν εντάσσονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.



Σχήμα 3.4. Συμμετοχή των καυσίμων στην παραγωγή ενέργειας. <sup>[13]</sup>

Ενώ 30 χρόνια πριν την εποχή της πρώτης πετρελαϊκής κρίσης ο λιγνίτης αντιπροσώπευε το 38,2% της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στο βασικό ηπειρωτικό δίκτυο, το ποσοστό αυτό αυξήθηκε σε 66,2% το 2005, έχοντας διαφορά αύξησης κοντά στο 80% πριν την εισαγωγή του φυσικού αερίου. Στο σύνολο της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ συμπεριλαμβανομένων και των νησιών ο λιγνίτης αντιπροσωπεύει ποσοστό 60% συμπεριλαμβανομένων και των εισαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας μαζί με των μονάδων ΑΠΕ των ιδιωτών. Ο λιγνίτης το 2005 είχε μερίδιο 55,5% αποτελώντας έτσι το πιο αδύναμο σημείο του ενεργειακού συστήματος σε ό,τι αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. <sup>[13,14]</sup>

### 3.1 Η ΧΡΗΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ ΚΑΙ Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ <sup>[13,15]</sup>

Το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην ηπειρωτική Ελλάδα αποτελείται από μονάδες λιγνίτη, πετρελαϊκές μονάδες, μονάδες φυσικού αερίου και τις υδροηλεκτρικές μονάδες. Η διαχρονική παραγωγή ηλεκτρισμού από λιγνιτικές μονάδες τα τελευταία 30 χρόνια εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.2. Ισχύς και παραγωγή λιγνιτικών μονάδων την περίοδο 1974-2004. <sup>[15]</sup>

Έτος	Λιγνιτική Ισχύς (MW)	Λιγνιτική Παραγωγή (GWh)	Σύνολο Παραγωγής (GWh)	Ποσοστιαία Συμμετοχή
1974	1170	4986	13044	38,2%
1984	3013	14000	21504	65,1%
1994	4533	26934	33939	79,4%
2004	5288	32388	48057	67,4%

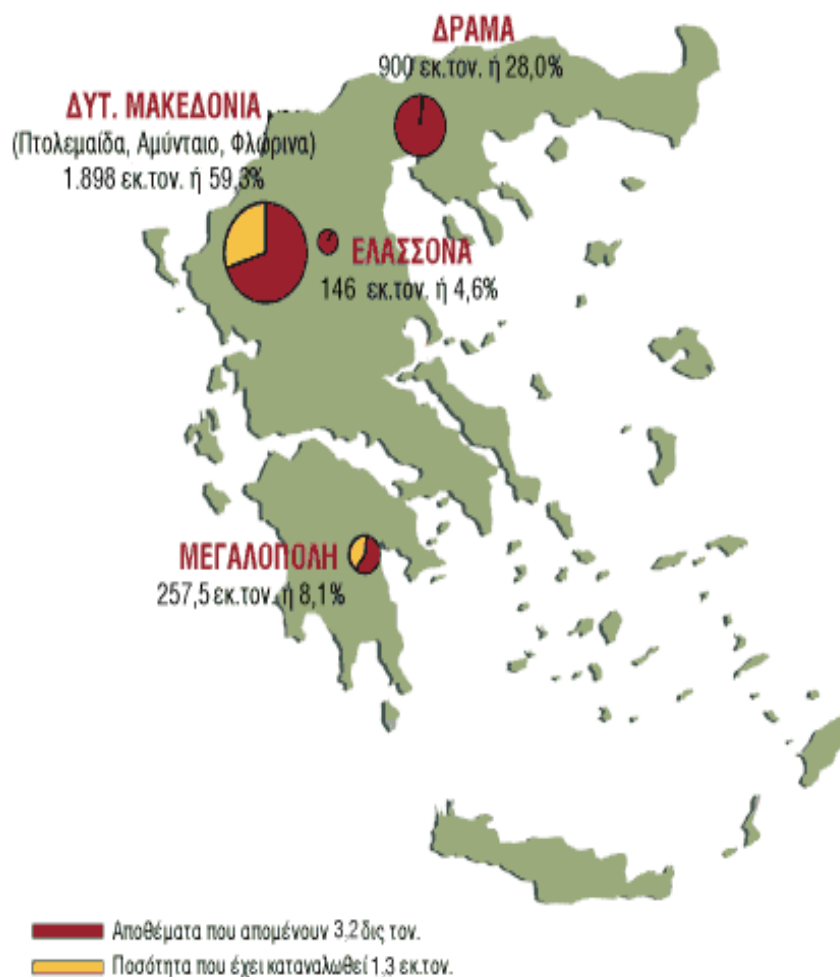
Στον πίνακα 3.2, φαίνεται η συμβολή που έχει ο λιγνίτης στην ηπειρωτική Ελλάδα, η οποία έφτασε να καλύπτει το 80% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ορυχεία λιγνίτη στην Ελλάδα βρίσκονται στην περιοχή της Πτολεμαΐδας, του Αμυνταίου, της Φλώρινας, της Μεγαλόπολης, της Ελασσόνας και της Δράμας. Η ποιότητα του λιγνίτη που βρίσκεται στα ορυχεία αυτά χαρακτηρίζεται χαμηλή και μερικές φορές αρκετά ικανοποιητική, τα ορυχεία λιγνίτη ολόκληρης της χώρας τα εκμεταλλεύεται σχεδόν αποκλειστικά η ΔΕΗ.

Τα λιγνιτορυχεία της Πτολεμαΐδας και της Μεγαλόπολης προσφέρουν στη ΔΕΗ, το μεγαλύτερο και σημαντικότερο ποσοστό ενεργειακού καυσίμου για την ελληνική οικονομία όπου εκεί πάνω βασίζεται και ο εξηλεκτρισμός της χώρας από τη στιγμή της ίδρυσης της Επιχείρησης ηλεκτρικής ενέργειας. Συνολικά στην Ελλάδα υπάρχουν 8 λιγνιτικοί σταθμοί της ΔΕΗ και αυτοί αποτελούν το 43% της εγκατεστημένης ισχύος το οποίο παράγει με τη σειρά του το 60,4% περίπου της καθαρής ηλεκτρικής παραγωγής της ΔΕΗ. <sup>[13]</sup>



Σχήμα 3.5. Εξόρυξη λιγνίτη. <sup>[13]</sup>

Στο παρακάτω σχήμα 3.6, παρουσιάζονται τα κυριότερα κοιτάσματα λιγνίτη που βρίσκονται στον Ελλαδικό χώρο, καθώς τα αποθέματα που απομένουν αλλά και αυτά που έχουν καταναλωθεί ξεχωριστά σε κάθε κοιτάσμα.



Σχήμα 3.6. Αποθέματα και κοιτάσματα λιγνίτη στην Ελλάδα. <sup>[13]</sup>

### 3.1.1 ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ <sup>[13,16]</sup>

Ο λιγνίτης ανήκει στις στερεές ορυκτές καύσιμες ύλες με τη γενική ονομασία γαιάνθρακες και προήλθε από τα φυτικά υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών ενανθράκωσης. Οι διεργασίες αυτές έχουν σαν αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Το αρχικό στάδιο ενανθράκωσης είναι η μετατροπή των φυτών σε τύρφη και η μετάβαση τους από τύρφη σε ανθρακίτη οπού αυτό είναι και το τελικό στάδιο ενανθράκωσης τους. Η διαδικασία αυτή είναι συνάρτηση της επίδρασης του χρόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης.



Η αύξηση του βαθμού ενανθράκωσης επηρεάζει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των γαιανθράκων. Ο λιγνίτης σχηματίζεται από τα πρώτα στάδια ενανθράκωσης αμέσως μετά την τύρφη όπου έχει υπολογιστεί ότι για το σχηματισμό ενός κυβικού μέτρου λιγνίτη απαιτείται χρονικό διάστημα από 1000 έως 4000 χρόνια.<sup>[16]</sup>

### 3.1.2 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ <sup>[6,15]</sup>

Τα συνολικά επιβεβαιωμένα γεωλογικά αποθέματα λιγνίτη στη χώρα ανέρχονται σε περίπου 5 δις. τόνους και τα κοιτάσματα αυτά παρουσιάζουν αξιοσημείωτη γεωγραφική εξάπλωση στον ελληνικό χώρο. Τα κυριότερα εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα λιγνίτη βρίσκονται στην Πτολεμαΐδα, στο Αμύνταιο και την Φλώρινα με υπολογισμένο απόθεμα περίπου 1,8 δις τόνους, στην περιοχή της Δράμας με απόθεμα 900 εκ. τόνους και στην περιοχή της Ελασσόνας με 170 εκ. τόνους. Επίσης υπάρχει και στην Πελοπόννησο, στην περιοχή της Μεγαλόπολης, λιγνιτικό κοιτάσμα με απόθεμα περίπου 240 εκ. τόνους.

Μέχρι σήμερα οι εξορυχθείσες ποσότητες λιγνίτη φτάνουν περίπου το 29% των συνολικών αποθεμάτων του. Εκτός από το λιγνίτη, η Ελλάδα διαθέτει και ένα μεγάλο κοιτάσμα τύρφης που βρίσκεται στην περιοχή των Φιλιππων στην Ανατολική Μακεδονία, όπου τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα εκεί εκτιμώνται σε 4 δις κυβικά μέτρα και ισοδυναμούν με περίπου 125 εκατ. τόνους πετρελαίου.<sup>[13]</sup>

Γενικά η ποιότητα των ελληνικών λιγνιτών είναι ιδιαίτερα χαμηλή αλλά εξίσου χαμηλή είναι και η θερμογόνο δύναμη τους η οποία κυμαίνεται από 900-1100 kcal/kg για τις περιοχές της Μεγαλόπολης, του Αμυνταίου και της Δράμας, ενώ από 1250-1350 kcal/kg για την περιοχή της Πτολεμαΐδας και 1800-2300 kcal/kg για τις περιοχές της Φλώρινας και της Ελασσόνας. Σημαντικό πλεονέκτημα των λιγνιτών της χώρας μας είναι η χαμηλή περιεκτικότητα που περιέχουν σε καύσιμο θείο.<sup>[15]</sup>

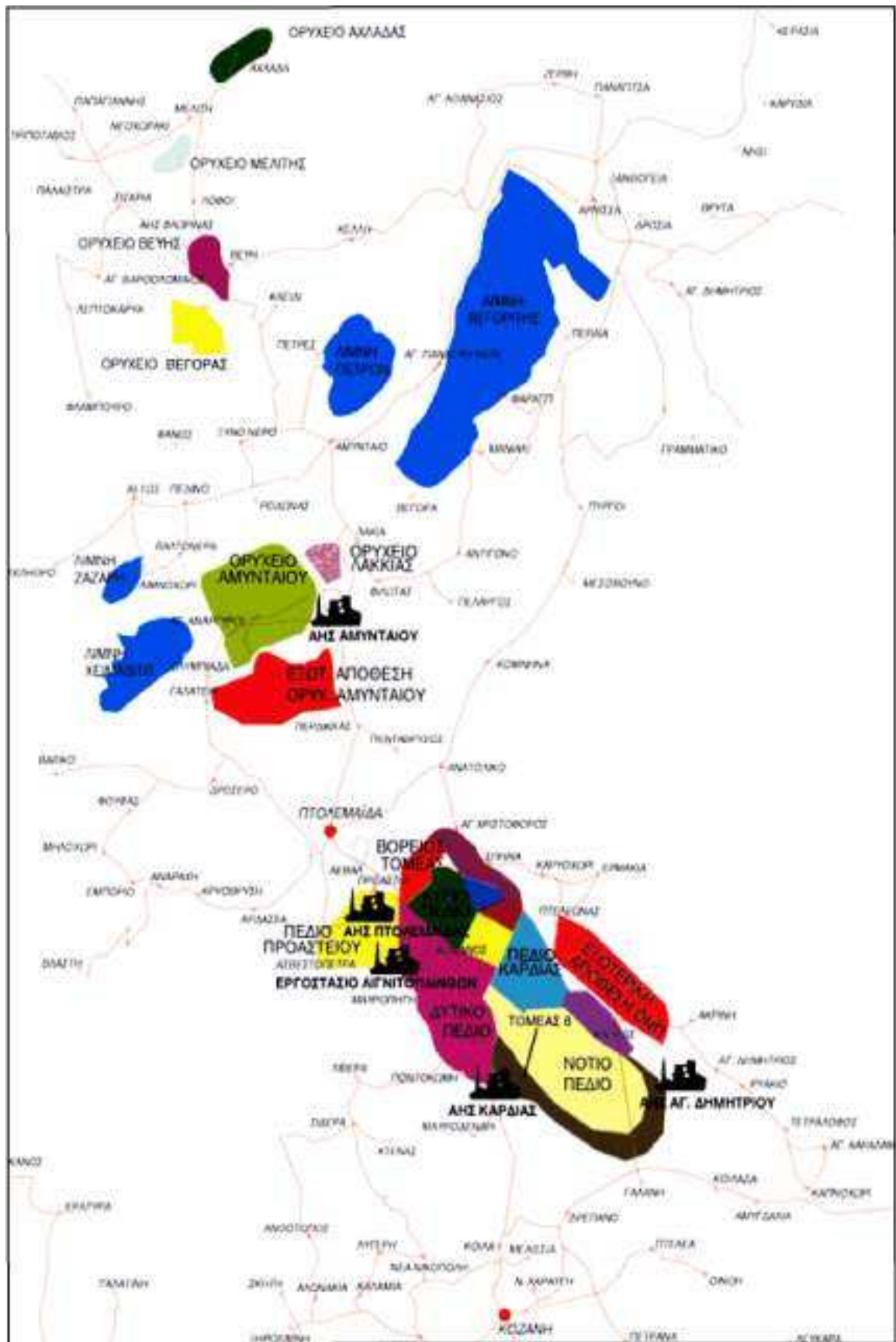
Σύμφωνα με το ΙΓΜΕ, τα επιβεβαιωμένα γεωλογικά αποθέματα λιγνίτη στην Ελλάδα ανέρχονται σήμερα σε 6,7 δις τόνους από αυτά τα 3,3 δις τόνοι εκτιμώνται ως εκμεταλλεύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 3.7. Αποθέματα και κοιτάσματα λιγνίτη στην Ελλάδα.<sup>[13]</sup>

Τα αποθέματα λιγνίτη που είναι εκμεταλλεύσιμα βρίσκονται στις περιοχές όπου η ΔΕΗ αναπτύσσει λιγνιτική δραστηριότητα και με βάση τους σημερινούς ρυθμούς κατανάλωσης λιγνίτη επαρκούν για 40 περίπου χρόνια στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας και για 20 χρόνια στην περιοχή της Μεγαλόπολης.<sup>[17]</sup> Η παραγωγή λιγνίτη από τα ορυχεία της ΔΕΗ ανήλθε το 2005 σε 67,3 εκατ. τόνους με αντίστοιχες εκσκαφές 371,8 εκατ. κυβικών μέτρων.<sup>[18]</sup> Η εκμετάλλευση του λιγνίτη καταλαμβάνει το 1/8 της συνολικής έκτασης της Περιφέρειας της Δυτικής Μακεδονίας, ενώ οι σταθμοί που βρίσκονται εκεί καταναλώνουν περίπου 100 τόνους λιγνίτη κάθε λεπτό.

Οι λιγνίτες των κοιτασμάτων της Δυτικής Μακεδονίας και της Μεγαλόπολης ανήκουν στην κατηγορία των φτωχών στερεών καυσίμων και η ποιότητά τους διαφοροποιείται όχι μόνο από ορυχείο σε ορυχείο αλλά και μεταξύ των στρωμάτων του ίδιου του ορυχείου.



Σχήμα 3.8. Αποθέματα και κοιτάσματα λιγνίτη στην Βόρεια Ελλάδα. <sup>161</sup>

Τα λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ που βρίσκονται σήμερα σε λειτουργία και οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί (ΑΗΣ) αντίστοιχα που λειτουργούν δίνονται παρακάτω στον πίνακα 3.3.

πίνακα 3.3.<sup>[6]</sup>

Στοιχεία εκμετάλλευσης λιγνίτη		Στοιχεία ΑΗΣ	
Ορυχεία	Παραγωγή 2004 (εκατ. Τόνοι)	ΑΗΣ	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)
<b>Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας</b>			
Ορυχείο Κυρίου Πεδίου	8	ΛΠΤΟΛ Πτολεμαΐδας	43 620
Ορυχείο Καρδιάς (Τομέας 5 & ΝΔ Πεδίο) Ορυχείο Νοτίου Πεδίου (Νότιο & κοιτάσμα ΑΗΣ Καρδιάς)	21,7 16,4	Καρδιάς Αγίου Δημητρίου	1.250 1.595
Ορυχείο Πεδίου Αμυνταίου (Πεδίο Αναργύρων & Πεδίο	8,5	Αμυνταίου-Φιλώτα	600
Ορυχείο Φλώρινας (Αχλάδα, κ.λπ)	0,9	Μελίτη-Αχλάδα	330
<b>Σύνολο</b>	<b>55,5</b>		<b>4.438</b>
<b>Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης</b>			
Χωρέμι, Μαραθούσα, Κυπαρισσία	14,4	Μεγαλόπολη (Α+Β)	850
<b>Γενικό σύνολο</b>	<b>69,9</b>		<b>5.288</b>

Για το 2005 η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από τους λιγνιτικούς σταθμούς έφτασε 31.977 GWh, δηλαδή 32 δις κιλοβατώρες περίπου, αντιπροσωπεύοντας έτσι το 60% της συνολικής παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ.<sup>[13]</sup>

### 3.1.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΛΙΓΝΙΤΗ <sup>[13,15,16]</sup>

Τον Ιούνιο του 2003 ετέθη σε εμπορική λειτουργία ο Ατμοηλεκτρικός Σταθμός Μελίτης Αχλάδας στην περιοχή της Φλώρινας, ο νέος αυτός σταθμός έχει συνολική ισχύ 330 MW και χρησιμοποιεί σαν καύσιμο τον λιγνίτη. Για την αξιοποίηση των κοιτασμάτων που βρίσκονται στις περιοχές της Δράμας και της Ελασσόνας είναι ακόμα σε εξέλιξη οι τεχνικό-οικονομικές μελέτες ο με βάση τα σημερινά εθνικά και διεθνή ενεργειακά στοιχεία που αφορούν την ποσότητα και την ποιότητα του λιγνίτη των κοιτασμάτων εκεί προκύπτει ότι η εκμετάλλευσή τους είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Τα υπάρχοντα αποθέματα επαρκούν για τη λειτουργία μέχρι πέντε μονάδων των 300 MW στη Δράμα και μίας μονάδας 500 MW στην Ελασσόνα. Η ΔΕΗ πιστεύει ότι στα πλαίσια του εθνικού συμφέροντος θα πρέπει σε συνεργασία με τη Νομαρχιακή και την Τοπική Αυτοδιοίκηση να εξετάσουν και να διευκρινίσουν όλα τα προβλήματα που μπορούν να υπάρξουν από την ανάπτυξη αυτής της δραστηριότητας στα κοινωνικά, τα περιβαλλοντικά, τα οικονομικά και τα πολιτιστικά των περιοχών αυτών για να μπορέσουν να βρεθούν οι καταλληλότερες λύσεις.

### 3.1.4 ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ <sup>[6,16]</sup>

Τα αποδεδειγμένα κοιτάσματα άνθρακα άγγιξαν το 1 τρις τόνους το 1994 σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία της BP<sup>[19]</sup> όπου τα μισά από αυτά σχεδόν είναι αποθέματα που αφορούν τον λιγνίτη και την χαμηλή ποιότητα άνθρακα. Τα αποθέματα αυτά αρκούν θεωρητικά για περίπου 170 χρόνια με το σημερινό ρυθμό κατανάλωσης, αν όμως υπολογίσει κανείς και τις αυξητικές τάσεις της κατανάλωσης ορισμένων ασιατικών χωρών, όπως π.χ. Κίνα, Ινδία, Ιαπωνία, Κορέα, Ταϊβάν, Ινδονησία, τα αποθέματα αυτά θα εξαντληθούν στο μισό χρόνο, δηλαδή σε 85 χρόνια περίπου.

Η παγκόσμια παραγωγή άνθρακα άγγιξε τα 2,73 δις τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) το 2004, μια αύξηση 20% σε σχέση με το 1997 χρονιά που ψηφίστηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο. Η αύξηση αυτή της παραγωγής οφείλεται κατά πολύ

στις ασιατικές χώρες αφού η παραγωγή μειώθηκε τόσο στην Ευρώπη όσο και στις ΗΠΑ το ίδιο χρονικό διάστημα.

Την ίδια περίοδο η παγκόσμια κατανάλωση άνθρακα αυξήθηκε 20%, με την Ασία να καταγράφει μια εντυπωσιακή αύξηση κοντά στο 40%, τις ΗΠΑ αύξηση στο 5,3%, ενώ μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζεται μείωση της κατανάλωσης κατά 3,5% περίπου την περίοδο 1997-2004.

Ενώ η Ευρωπαϊκή Ένωση φαίνεται να απομακρύνεται με αργούς ρυθμούς από τον άνθρακα δεν συμβαίνει το ίδιο και για την Ελλάδα. Την περίοδο μετά Κιότο, η Ελλάδα αύξησε την ετήσια παραγωγή της σε λιγνίτη κατά 20%, με αποτέλεσμα σήμερα να είναι κοντά στους 70 εκατ. τόνους ετησίως, ενώ η αύξηση αυτή αγγίζει το 35% της τελευταίας δεκαπενταετίας. Η αύξηση αυτή είναι ικανή να εξηγήσει γιατί η Ελλάδα έχει αποτύχει να περιορίσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και να σταθεί συνεπής στις διεθνείς υποχρεώσεις της. Σημειωτέον ότι η Ελλάδα είναι η 2<sup>η</sup> μεγαλύτερη λιγνιτοπαραγωγός χώρα στην Ευρώπη μετά τη Γερμανία και είναι η 5<sup>η</sup> κατά σειρά σε ολόκληρο τον κόσμο.



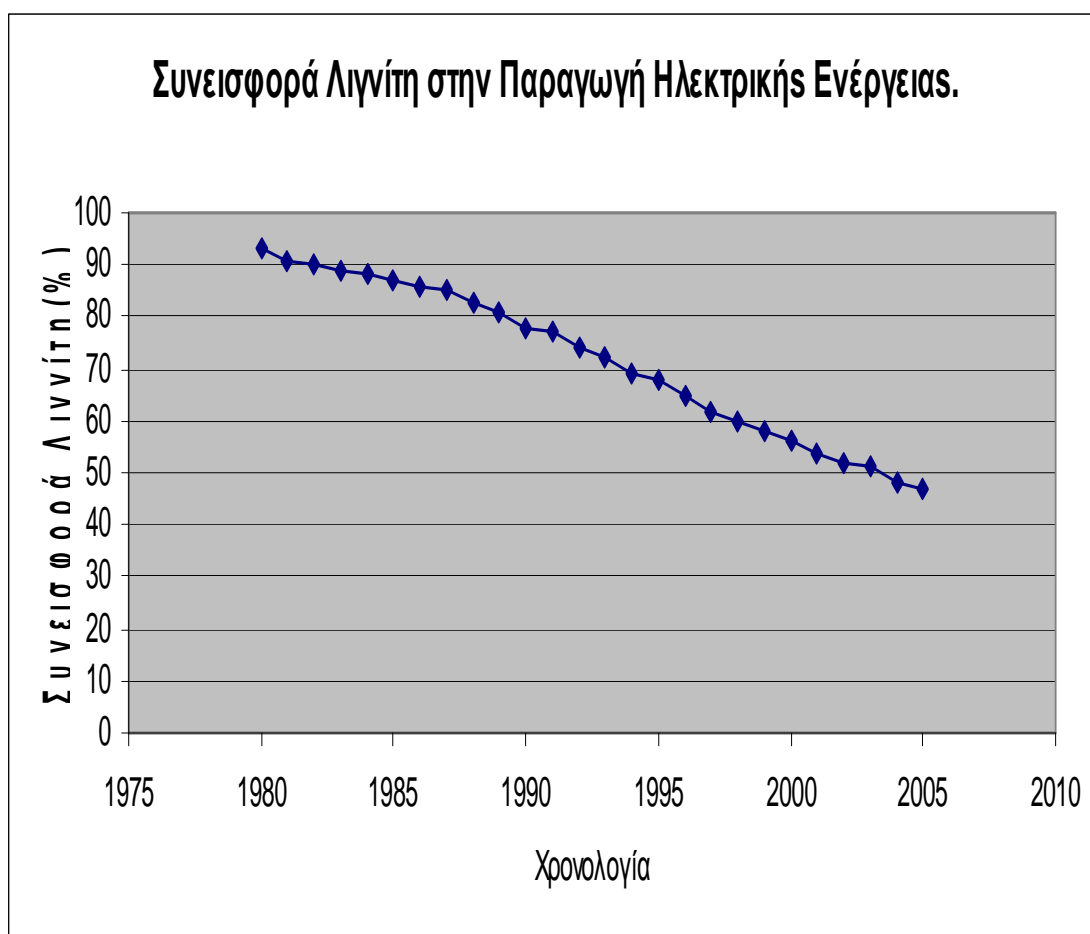
Σχήμα 3.9. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη στο ηπειρωτικό δίκτυο. <sup>[6]</sup>



Σχήμα 3.10. Παραχθείσα ηλεκτρική ενέργεια από λιγνίτη στην Ελλάδα την τελευταία δεκαετία.<sup>[6]</sup>



Σχήμα 3.11. Ηλεκτρική Ενέργεια παραχθείσα από λιγνίτη την τελευταία εικοσιπενταετία.<sup>[20]</sup>



Σχήμα 3.12. Συνεισφορά λιγνίτη στην παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας. <sup>[20]</sup>

Βλέποντας το παρακάτω διάγραμμα που δείχνει την μεταβολή για τα έτη 1994-2005 της παραγωγής λιγνίτη στην Ελλάδα σχήμα 3.13, παρατηρούμε μείωση ιδίως μετά το 2004. <sup>[16]</sup>

**ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΙΓΝΙΤΗ (εκατ. τόνοι)**

1952	1960	1970	1980	1990	2000	2005
0,07	2,16	7,64	22,70	49,91	63,31	67,30





Σχήμα 3.13. Αύξηση της παραγωγής λιγνίτη.<sup>[16]</sup>



Σχήμα 3.14. Ατμοηλεκτρικό εργοστάσιο που λειτουργεί με καύσιμο λιγνίτη.<sup>[13]</sup>

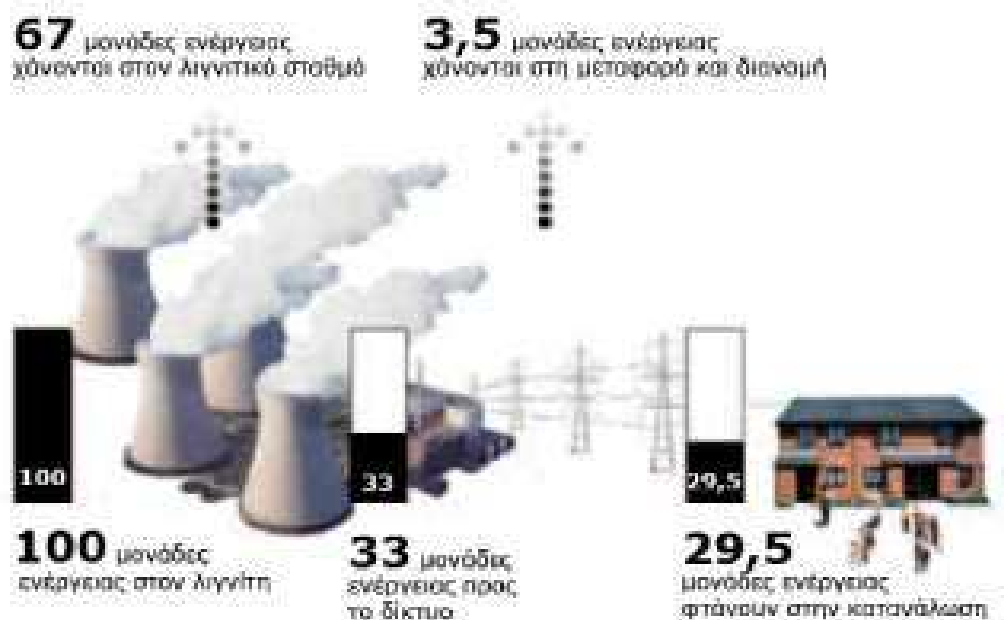
### 3.1.5 ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΛΙΓΝΙΤΗ

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα που προσφέρει ο λιγνίτης σαν καύσιμο είναι ότι η τιμή του δεν εξαρτάται από τις διακυμάνσεις του πετρελαίου γιατί πρόκειται για έναν εγχώριο πόρο με χαμηλό κόστος και δεν είναι ακριβότερος από το εισαγόμενο αέριο. Μέχρι σήμερα η ΔΕΗ χρησιμοποιούσε τον λιγνίτη δωρεάν, ο λεγόμενος “εθνικός πόρος” όπως χαρακτηριζόταν, δεν είχε κανένα άλλο κόστος πέρα από το κόστος εξόρυξης και επεξεργασίας του. Η δικαιολογία ήταν πως η ΔΕΗ είναι μια δημόσια επιχείρηση και μπορεί να απολαμβάνει δωρεάν πρόσβαση στο λιγνίτη και μπορεί έτσι να πουλά φθηνά την ενέργεια στους καταναλωτές. Έτσι, εν ονόματι του δημοσίου συμφέροντος, ένας επενδυτής στο New Jersey για παράδειγμα που διέθετε μετοχές της ΔΕΗ έχει δωρεάν πρόσβαση στον ‘εθνικό πόρο’, ενώ ο μη προνομιούχος καταναλωτής της Ελλάδας καλούνταν να πληρώσει το κόστος της εξαγοράς των δικαιωμάτων της ρύπανσης (45 εκατ. € το 2005) επειδή η ΔΕΗ χρησιμοποιεί το λιγνίτη. Ευτυχώς όμως αυτό το παράλογο άρχισε να αμφισβητείται την στιγμή που η Ευρωπαϊκή Επιτροπή απαίτησε να υπάρχει ένα κόστος πρόσβασης στον λιγνίτη. Τον Αύγουστο του 2006, ο φόρος για τον λιγνίτη καθορίστηκε με τον νόμο 3483/2006 στα 0,3 €/GJ (περίπου 1,5 € τον τόνο), ποσό που μεταφράζεται με επιβάρυνση περίπου 0,3 λεπτά ανά παραγόμενη κιλοβατώρα ποσό πολύ μικρό, σχεδόν ασήμαντο. Όμως δεν εφαρμόστηκε.

Την ώρα που μεγάλοι ενεργειακοί όμιλοι προσπαθούν να αποκτήσουν πρόσβαση στον λιγνίτη, η κερκόπορτα που άνοιξε υπόσχεται για το πέρασμα και άλλων ορυκτών καυσίμων όπως είναι για παράδειγμα ο εισαγόμενος λιθάνθρακας. Επειδή όμως η εισβολή των ορυκτών καυσίμων μπορεί να δημιουργήσει φόβους, για το λόγω αυτό συνοδεύεται από υποσχέσεις με σταθμούς υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας και χαμηλότερης εκπομπής ρύπων, και με στροφή μακροπρόθεσμα στις λεγόμενες τεχνολογίες “καθαρού άνθρακα”.

Οι εξελίξεις αυτές δεν υπάρχουν μόνο στη χώρα μας αλλά και σε πολλές άλλες χώρες ενώ αρχίζει να παρατηρείται μία στροφή προς τον άνθρακα (μορφή του οποίου είναι και ο λιγνίτης) προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα που δημιουργούν οι τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Μια πιο προσεκτική ανάλυση δείχνει συστηματική απομάκρυνση από τον ρυπογόνο άνθρακα ακόμη και σε χώρες που παραδοσιακά στήριζαν την οικονομία τους σ' αυτόν. Τα

μειονεκτήματα που παρουσιάζει ο άνθρακας, είναι οι μεγάλες απώλειες κατά την καύση του και αυτό μπορούμε να το δούμε αναλυτικά στο παρακάτω σχήμα 3.15.



Σχήμα 3.15. Απώλειες ενός συστήματος ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο το λιγνίτη.<sup>[6]</sup>

### 3.1.6 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ<sup>[6]</sup>

Η τιμή αγοράς του ηλεκτρικού ρεύματος δεν αντικατοπτρίζει τα πραγματικά κόστη της εξάρτησής μας από τον λιγνίτη. Τα περιβαλλοντικά και τα κοινωνικά κόστη παραμένουν εκτός υπολογισμού ακόμη και σήμερα που ένα μέρος τους δίνεται έμμεσα μέσω της εμπορίας δικαιωμάτων των εκπομπών. Μια μέση εκτίμηση γι' αυτό το εξωτερικό κόστος είναι 0,046-0,255 €/kWh, ανάλογα με τον σταθμό ηλεκτροπαραγωγής, ενώ μια άλλη εκτίμηση για το σταθμό της Μεγαλόπολης ανεβάζει το κόστος σε 0,72 €/kWh. Αυτό σημαίνει κανονικά ότι για κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από αυτόν τον λιγνίτη θα πρέπει να στοιχίζει έως και 0,72 € πάνω από τη σημερινή της τιμή. Ενώ το αντίστοιχο κόστος για τα φωτοβολταϊκά είναι 0,0014 €/kWh και για τα αιολικά μόλις 0,0024 €/kWh.

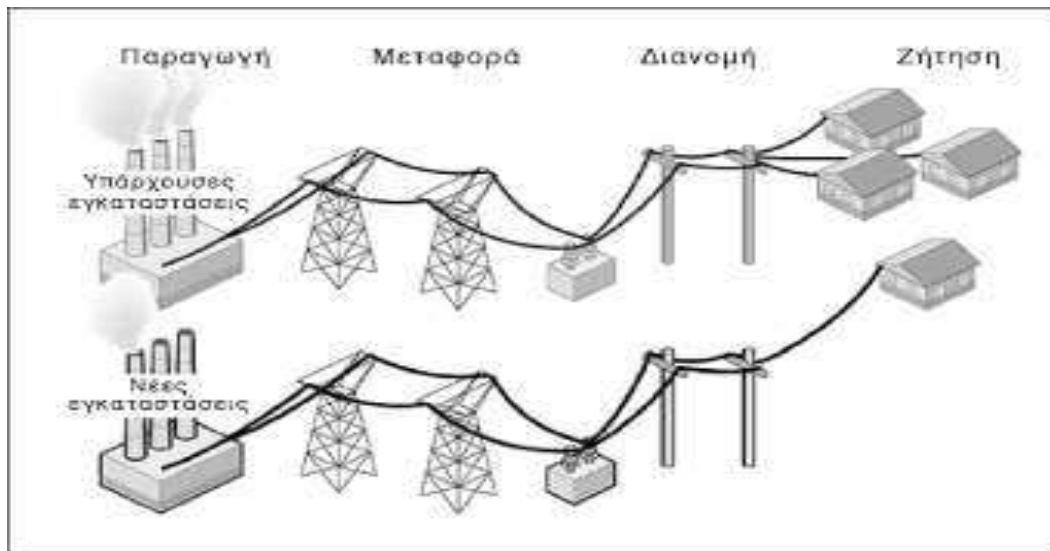
Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται διαρκώς στην Ελλάδα και με ρυθμό περίπου 4% ετησίως έναντι αντίστοιχων ρυθμών 1-2% που σημειώνονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αν δεν μειωθούν οι ρυθμοί αυτοί αύξησης στην Ελλάδα,

ούτε ο λιγνίτης, ούτε το φυσικό αέριο, αλλά ούτε και οι ΑΠΕ θα μπορέσουν να προσφέρουν επαρκή λύση σε αυτό το πρόβλημα.

Θα πρέπει λοιπόν γι'αυτό να κάνουμε εξοικονόμηση ενέργειας που είναι και η πρώτη προτεραιότητα του ενεργειακού σχεδιασμού, η πιο ρεαλιστική- αξιόπιστη και οικονομικά εφικτή λύση που μπορεί να πραγματοποιηθεί από όλους μας. Γιατί αν αρχίσει να γίνεται κανονικά η χρήση της ενέργειας τα κενά θα μπορέσουν να καλυφτούν μέσα από τις ΑΠΕ, τα αιολικά, τα φωτοβολταϊκά, και τους ηλιοθερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπου άρχισαν να ενισχύονται μέσα από τη νομοθεσία για τις ΑΠΕ - Ν. 3468/2006, τη βιομάζα, τη γεωθερμία και τα μικρά υδροηλεκτρικά.

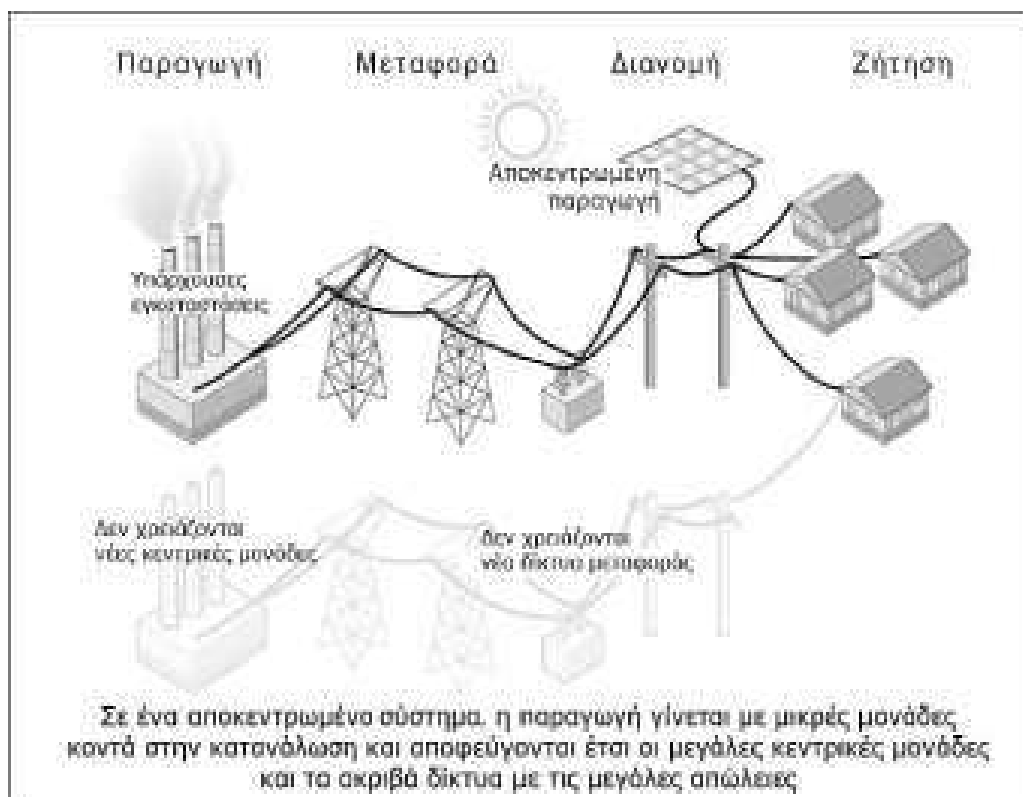
Το φυσικό αέριο παίζει σημαντικό ρόλο στην μεταλιγνιτική εποχή αλλά δεν θα πρέπει να υπερτιμήσουμε τον ρόλο του αυτό, επειδή είναι αέριο και επιβαρύνει λιγότερο το περιβάλλον σε σχέση με το λιγνίτη και το πετρέλαιο δεν παύει να είναι ένα και αυτό ορυκτό καύσιμο με σημαντική συνεισφορά στην επιδείνωση των κλιματικών αλλαγών.

Άλλη συνέπεια της εξάρτησης από την χρήση του λιγνίτη είναι ότι λόγω της συγκέντρωσης των κοιτασμάτων σε απομακρυσμένες περιοχές από τα αστικά κέντρα δημιουργήθηκε μεγάλη συγκέντρωση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που βρίσκονται μακριά από την κύρια κατανάλωση και αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να υπάρχουν τεράστιες απώλειες από την μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας, σχήμα 3.16.



Σχήμα 3.16. Συγκεντρωτικό σύστημα παραγωγής-διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. <sup>[6]</sup>

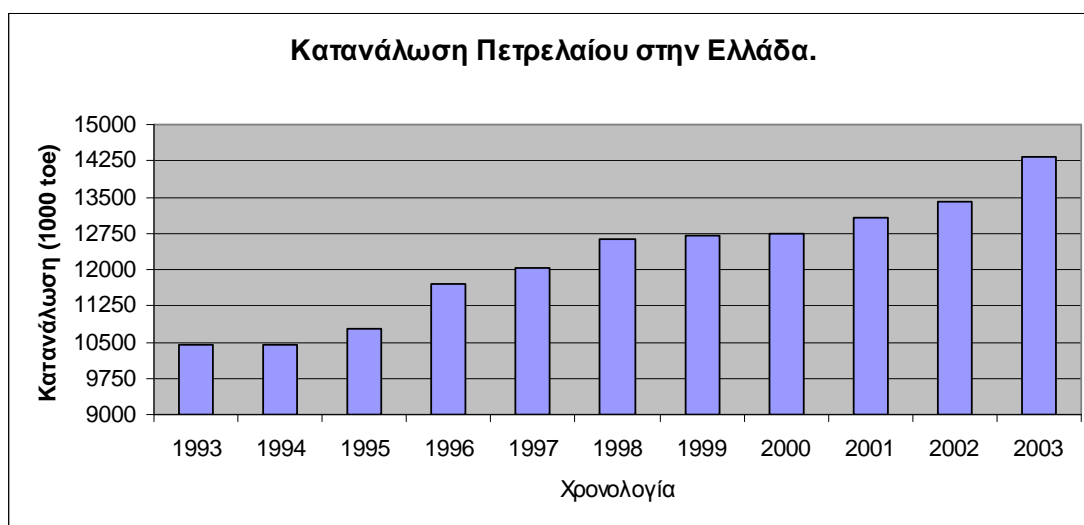
Αυτές τις απώλειες θα μπορούσαμε να τις αποφύγουμε σε μεγάλο βαθμό καταφεύγοντας στην παραγωγή από πιο μικρά και ευέλικτα συστήματα ΑΠΕ όπως είναι π.χ. τα φωτοβολταϊκά.



Σχήμα 3.17. Ένα αποκεντρωμένο σύστημα παραγωγής-διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. <sup>[6]</sup>

### 3.2 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ <sup>[21]</sup>

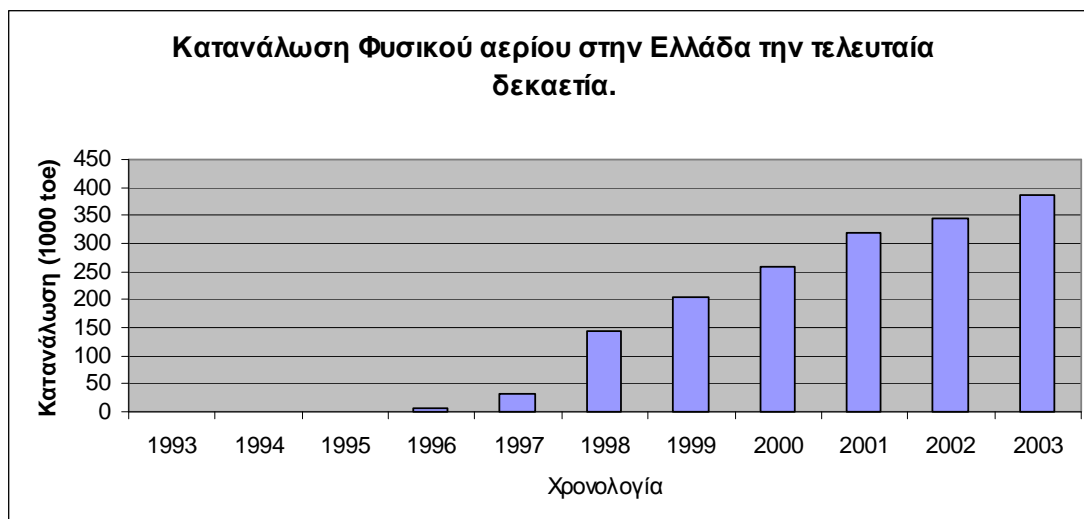
Αντίθετα με το λιγνίτη, το πετρέλαιο εμφανίζει μια σταδιακή αύξηση της κατανάλωσης του όπως φαίνεται από το παρακάτω διάγραμμα εξαιτίας της χρήσης του τόσο σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής σε νησιά, όσο στις βιομηχανίες και στις μεταφορές. Παρακάτω βλέπουμε την κατανάλωση του πετρελαίου στην Ελλάδα για την δεκαετία 1993-2003.



Σχήμα 3.18. Κατανάλωση πετρελαίου στην Ελλάδα κατά την τελευταία δεκαετία. <sup>[21]</sup>

### 3.3 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ <sup>[21]</sup>

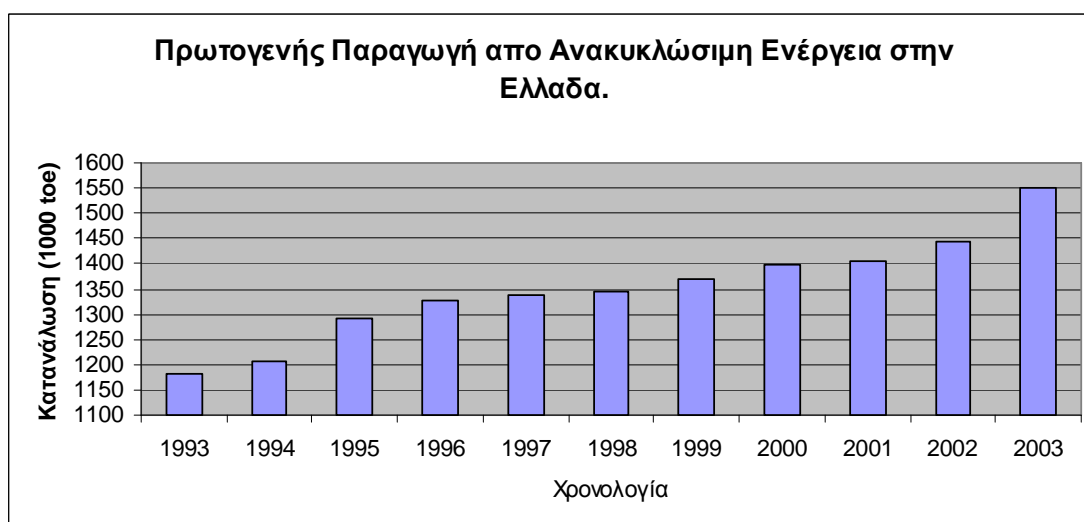
Μελετώντας το παρακάτω διάγραμμα για τις χρονολογίες 1993-2003, διακρίνουμε ότι υπάρχει μια σταδιακή διεύρυνση του φυσικού αερίου και μια αύξηση της χρήσης του για την παραγωγή ενέργειας, αυτό οφείλεται κυρίως στην μεγάλη χρήση που παρατηρείται στον οικιακό τομέα αλλά και στις βιομηχανίες μέσω των νέων συνδέσεων και αγωγών που έγιναν τα τελευταία χρόνια στην χώρα μας.



Σχήμα 3.19. Κατανάλωση φυσικού αερίου στην Ελλάδα κατά την τελευταία δεκαετία.<sup>[21]</sup>

### 3.4 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ <sup>[21,22]</sup>

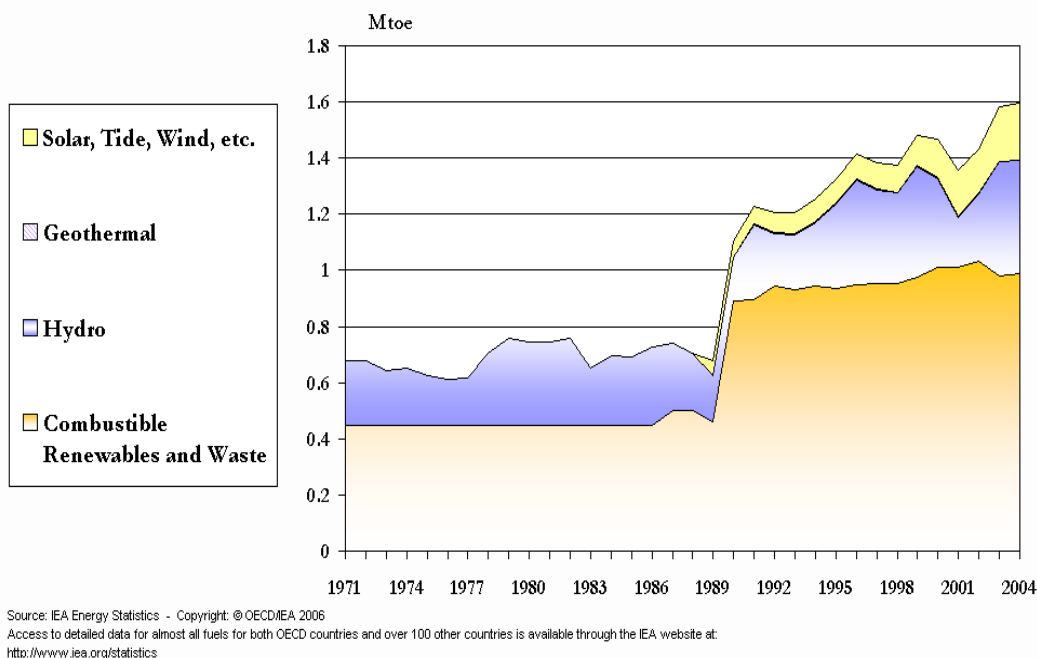
Στα πλαίσια τόσο του νέου αναπτυξιακού νόμου, αλλά και των υποχρεώσεων που επιβάλλει το Πρωτόκολλο του Κιότο, παρουσιάζεται αύξηση στην εγκατάσταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η Ελλάδα υποχρεούται να αυξήσει την παραγωγή των ΑΠΕ μέχρι το 2010 στο 20% του συνόλου των καυσίμων της. Όπως όμως φαίνεται από το παρακάτω διάγραμμα, η αύξησή παραμένει μικρή και η συμμετοχή τους στην παραγωγή ενέργειας είναι πάρα πολύ μικρή, σχεδόν ελάχιστη.



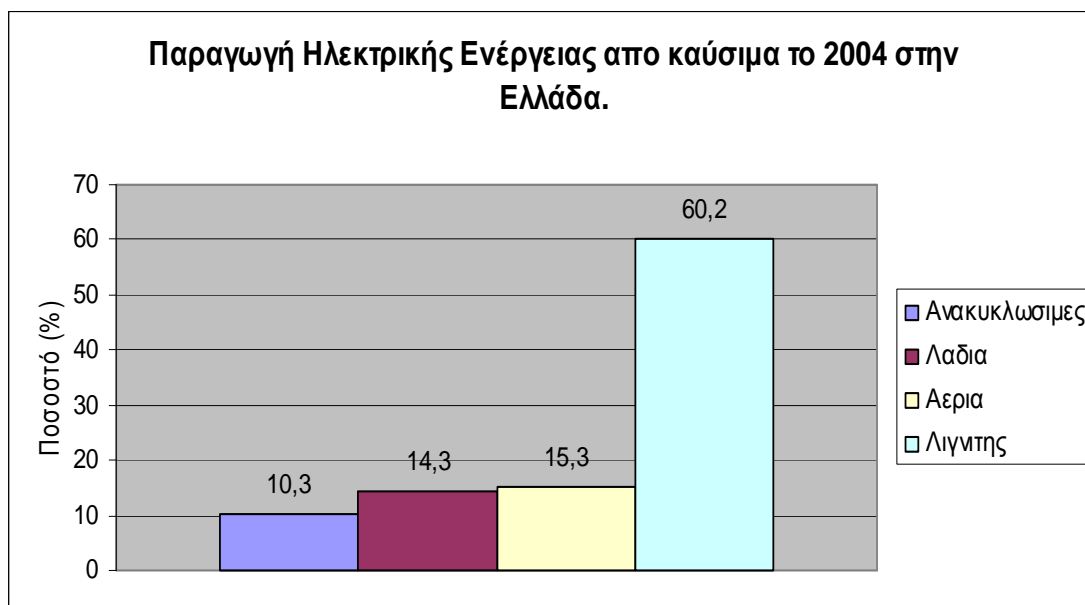
Σχήμα 3.20. Κατανάλωση ΑΠΕ στην Ελλάδα κατά την τελευταία δεκαετία.<sup>[21]</sup>

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας συνεισέφεραν στην παραγωγή ενέργειας για το 2005 ποσοστό ίσο με 5.3% της απαιτούμενης ενέργειας και 7.5% της ηλεκτρικής ενέργειας σε σύγκριση με το 7,8% και 15.5% που ήταν αντίστοιχα Ευρωπαϊκά.

Greece - Total Primary Energy Supply from Renewables (Mtoe)

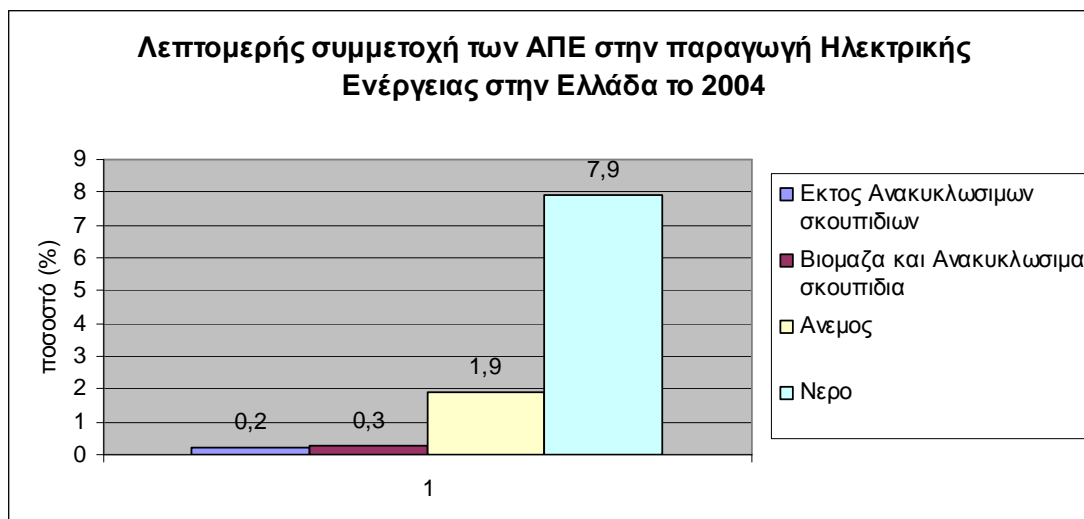


Σχήμα 3.21. Λεπτομερής συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτρική παραγωγή. <sup>[22]</sup>



Σχήμα 3.22. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από καύσιμα στην Ελλάδα το 2004. <sup>[22]</sup>





*Σχήμα 3.23. Λεπτομερής συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.<sup>[22]</sup>*

Το μεγαλύτερο μερίδιο από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας το έχει η υδροηλεκτρική ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται κυρίως σε περιπτώσεις αιχμής του φορτίου του καλοκαιριού και ακολουθεί η αιολική ενέργεια όπως φαίνεται από το σχήμα 3.23. Μόλις το 1,9% από το 10,3% των ΑΠΕ παράγεται από τα αιολικά πάρκα, ποσοστό πάρα πολύ μικρό που μπορεί να πολλαπλασιαστεί μιάς και η Ελλάδα ευνοείται από το αιολικό δυναμικό της πρώτον αλλά και επειδή διαθέτει μια πληθώρα θέσεων που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν ανεμογεννήτριες δεύτερον.

### 3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο λιγνίτης είναι ένας εγχώριος πόρος με αντικειμενικά χαμηλότερο κόστος από το ακριβό και εισαγόμενο φυσικό αέριο και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται ευρύτερα και κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η Ελλάδα κάνει προσπάθειες για την μείωση της εξάρτησης της από το λιγνίτη εισάγοντας και άλλα καύσιμα πιο φιλικά για το περιβάλλον.

Μελετώντας τα παραπάνω διαγράμματα βλέπουμε ότι υπάρχει μια σταδιακή διείσδυση του φυσικού αερίου και μια αύξηση της χρήσης του για την παραγωγή ενέργειας.

Επίσης, ενώ αυξάνεται η εγκατάσταση μονάδων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας η αύξησή τους είναι μικρή και η συμμετοχή τους στην παραγωγή ενέργειας ελάχιστη.

Δύσκολα η Ελλάδα θα κατορθώσει να φτάσει τις απαιτήσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο για παραγωγή 20,1% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ μέχρι το 2010.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

#### 4.1 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΚΙΟΤΟ <sup>[15]</sup>

Πρώτη φορά η παγκόσμια κοινότητα κατέληξε σε συμφωνία με νομικά δεσμευτικό χαρακτήρα σχετικά για την προστασία του περιβάλλοντος η οποία είναι γνωστή σαν το Πρωτόκολλο του Κιότο, έγινε το Δεκέμβριο του 1997 και είχε σαν σκοπό να ληφθούν μέτρα και πολιτικές δεσμεύσεις σχετικά με τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα που αντιπροσωπεύουν την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας κάθε αναπτυγμένου βιομηχανικά κράτους.

Στόχος της σύμβασης ήταν η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε τέτοια επίπεδα ώστε να προληφθούν οι επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα. Κεντρική ιδέα του Πρωτοκόλλου ήταν οι νομικές δεσμεύσεις των βιομηχανικά αναπτυγμένων κρατών να μειώσουν τις εκπομπές έξι κυρίως αερίων του θερμοκηπίου, του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), του μεθανίου (CH<sub>4</sub>), του υποξειδίου του αζώτου (N<sub>2</sub>O) και των φθοριούχων βιομηχανικών αερίων (HfCs, PFCs και SF<sub>6</sub>), κατά την περίοδο 2008-2012 σε ποσοστό 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Το Πρωτόκολλο για να επικυρωθεί θα έπρεπε να υπάρχουν τουλάχιστον 55 χώρες και αυτές να αντιστοιχούν τουλάχιστον στο 55% των παγκόσμιων εκπομπών με χρόνο αναφοράς το 1990. Η επικυρωσή του έγινε δύσκολα μετά την αποχώρηση των Ηνωμένων Πολιτειών από το Πρωτόκολλο, όπου πήραν μαζί τους και το 25% των παγκόσμιων εκπομπών κάνοντας τον στόχο του 55% να μοιάζει πολύ δύσκολος. Το Πρωτόκολλο διασώθηκε το 2004 όταν η Ρωσία το επικύρωσε. Τέθηκε σε ισχύ επίσημα στις 16 Φεβρουαρίου το 2005.

Το Πρωτόκολλο αυτό προβλέπει τον εξής καταμερισμό ευθυνών ανά χώρα:

Πίνακας 4.1<sup>[15]</sup>

<b>Ευρωπαϊκή Ένωση (των 15), Βουλγαρία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Ρουμανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία</b>	-8%
<b>ΗΠΑ</b>	-7%
<b>Καναδάς, Ιαπωνία, Ουγγαρία, Πολωνία</b>	-6%
<b>Κροατία</b>	-5%
<b>Νέα Ζηλανδία, Ουκρανία, Ρωσία</b>	0%
<b>Νορβηγία</b>	+1%
<b>Αυστραλία</b>	+8%
<b>Ισλανδία</b>	+10%

Το Πρωτόκολλο δεσμεύει τα Κράτη να εφαρμόσουν και να υιοθετήσουν πολιτικά μέτρα για την επίτευξη του στόχου του, σύμφωνα με τις εθνικές συνθήκες κάθε κράτους περιλαμβάνοντας και κατάλογο συγκεκριμένων μέτρων που μπορούν να εφαρμοσθούν από αυτά. Περιλαμβάνει ακόμα διατάξεις για την μείωση των εκπομπών από τη συνεκτίμηση των αποδεκτών που παρέχουν την δυνατότητα συνυπολογισμού πρόσληψης διοξειδίου του άνθρακα από τα δάση και τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Τέλος, προβλέπει την εγκαθίδρυση ενός αυστηρού καθεστώτος συμμόρφωσης για τους παραβάτες.

#### **4.1.2. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ**

Μία χώρα μπορεί να πετύχει τους στόχους που της ορίζει το Πρωτόκολλο είτε μειώνοντας τις εκπομπές της, είτε εναλλακτικά χρησιμοποιώντας παράλληλα και κάποιους άλλους από τους μηχανισμούς που διαθέτει το Πρωτόκολλο. Οι μηχανισμοί του Πρωτοκόλλου είναι :

- i. Η διαπραγμάτευση των δικαιωμάτων των εκπομπών.

Δηλαδή μία βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα που έχει μειώσει τις εκπομπές της πέρα από τους αρχικούς στόχους που προβλέπει το Πρωτόκολλο, μπορεί να

πουλήσει αν θέλει αυτήν την επιπλέον μείωση σε άλλη χώρα που αντιμετωπίζει δυσκολίες στο να πετύχει αυτό.

ii. Η δημιουργία ενός Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης.

Ο μηχανισμός αυτός έχει σαν στόχο οι αναπτυσσόμενες χώρες να αναπτύξουν καθαρές τεχνολογίες ώστε να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Παρέχει κίνητρα στις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες να χρηματοδοτήσουν προγράμματα για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, έτσι ώστε μια βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα αντί να μειώσει τις δικές της εκπομπές, μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών μιάς άλλης φτωχότερης χώρας όπου αυτή η μείωση θα είναι ευκολότερη και φθηνότερη.

iii. Η εφαρμογή των προγραμμάτων από κοινού.

Είναι παρεμφερές εργαλείο με τον Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης αλλά σε αντίθεση με αυτόν, αφορά όχι τις αναπτυσσόμενες χώρες, αλλά εκείνες που έχουν δεσμευτεί μέσω των μειώσεων του Πρωτοκόλλου του Κιότο (όπως π.χ. οι χώρες της Ανατολικής Ευρώπης).

Αν ο συνολικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση των εκπομπών κατά 8%, ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων ανάμεσα στα κράτη μέλη παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.2<sup>[15]</sup>

<b>Λουξεμβούργο</b>	-28%	<b>Γαλλία, Φινλανδία</b>	0%
<b>Γερμανία, Δανία</b>	-21,5%	<b>Σουηδία</b>	+5%
<b>Αυστρία</b>	-13%	<b>Ιρλανδία</b>	+14%
<b>Βρετανία</b>	-12,5%	<b>Ισπανία</b>	+15%
<b>Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία</b>	-8%	<b>Ελλάδα</b>	+25%
<b>Βέλγιο</b>	-7%	<b>Πορτογαλία</b>	+28%
<b>Ιταλία</b>	-6,5%		

<b>Ουγγαρία, Πολωνία, Ολλανδία</b>	-6		
--	----	--	--

Όπως φαίνεται στην Ελλάδα έχει επιτραπεί να αυξήσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά 25% μέχρι το 2010 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Σύμφωνα με στοιχεία του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών μέχρι το 2000 οι εκπομπές της χώρας μας είχαν ήδη αυξηθεί κατά 23,4%, ενώ σύμφωνα με προβλέψεις που έγιναν δείχνουν ότι η αύξηση αυτών των εκπομπών κατά το 2010 θα ανέρχεται στο +35,8%. Η μη τήρηση αυτών των στόχων θα έχει οδυνηρές συνέπειες για τη χώρα μας αφού σε μία τέτοια περίπτωση προβλέπονται αυστηρά πρόστιμα και γι' αυτό γίνεται επιτακτική η ανάγκη να προωθηθούν μέτρα που θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση της ενέργειας, στην ταχεία ανάπτυξη των καθαρών πηγών και στη μείωση των επικίνδυνων αερίων που αλλάζουν την ατμόσφαιρα της Γης και τις κλιματικές αλλαγές.

Οι μηχανισμοί αυτοί αφενός προσελκύουν το ενδιαφέρον των επιχειρήσεων και των επενδυτών συμβάλλοντας στη δημιουργία μιας καινούργιας αγοράς για μεγάλα κέρδη και με πολλές προοπτικές την «αγορά άνθρακα», αφετέρου προσελκύουν την κριτική πολλών περιβαλλοντικών οργανώσεων καθώς μπορούν να αποτελέσουν αιτία αποφυγής της πραγματικής μείωσης των εκπομπών.

Το σημαντικότερο κομμάτι του Πρωτοκόλλου αφορά την υιοθέτηση ενός μηχανισμού βασισμένου στην αγορά ο οποίος θα επιτρέπει στις χώρες και στις βιομηχανίες να μειώσουν τις εκπομπές χωρίς να βασίζονται σε φόρους ή σε άλλες μεθόδους ελέγχου του κλάδου. Επιπλέον, προσφέρει στις εταιρείες ένα κίνητρο για να μπορέσουν να προχωρήσουν σε επενδύσεις και σε μεθόδους μείωσης των εκπομπών του άνθρακα. Η αρχή γίνεται για τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε κλάδους που εκπέμπουν αέρια του θερμοκηπίου θεσπίζοντας ένα συγκεκριμένο όριο για τις εκπομπές. Οι εταιρείες που δεν υπερβαίνουν το όριο έχουν τη δυνατότητα να πουλήσουν το εναπομείναν μερίδιο τους με τη μορφή πιστώσεων των εκπομπών στην αγορά.

Ήδη έχει ενεργοποιηθεί το σύστημα εμπορίας των αερίων ρύπων με στόχο να ενθαρρύνει τις επιχειρήσεις και να μειώσουν την ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου τα οποία εκλύονται στην ατμόσφαιρα. Αυτή η ανταλλαγή ονομάζεται

"μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης" και έχει περιληφθεί στο Πρωτόκολλο του Κιότο. Με την Ευρωπαϊκή Ένωση να ετοιμάζεται να ξεκινήσει και το δικό της σύστημα εμπορίας εκπομπών άνθρακα για τα κράτη-μέλη της, δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για τη δημιουργία ενός νέου κλάδου αγοράς εμπορευμάτων ο οποίος είναι πιθανό να επηρεάσει την τιμή κάποιων άλλων εμπορευμάτων όπως ο άνθρακας και τα μέταλλα.

Ένας μηχανισμός βασισμένος στην αγορά ενθαρρύνει επίσης και την ανάπτυξη τεχνολογιών μείωσης του άνθρακα σε αναπτυσσόμενες χώρες οι οποίες δεν περιλαμβάνονται στους στόχους μείωσης των εκπομπών του Πρωτοκόλλου του Κιότο, αλλά προσφέρουν τη δυνατότητα μηχανισμών «καθαρής» ανάπτυξης, όπως συνέβη για παράδειγμα στην περίπτωση της συμφωνίας μεταξύ μιας καναδικής και μιας ιαπωνικής επιχείρησης ενέργειας και του χοιροτροφείου της Χιλής.

Για παράδειγμα μια καναδική επιχείρηση ηλεκτρισμού Transalta και η ιαπωνική Tokyo Electric Power σύναψαν μία πρωτοποριακή συμφωνία με την Agrosuper, το μεγαλύτερο χοιροτροφείο της Χιλής. Από την κοπριά των χοίρων πρόσφεραν τη δυνατότητα στις εταιρείες παραγωγής ενέργειας παγκοσμίως να τηρήσουν τις υποχρεώσεις τους για τη μείωση των εκπομπομένων αερίων του θερμοκηπίου και να συμβάλλουν στην επιβράδυνση της κλιματικής αλλαγής. Έτσι η Agrosuper χρησιμοποιεί μια τεχνολογία για τη συλλογή και την απομάκρυνση του μεθανίου που παράγεται από 100.000 χοίρους τους οποίους εκτρέφει. Η συμφωνία που σύναψε με τις επιχειρήσεις παραγωγής ενέργειας αποτελεί και τη μεγαλύτερη συναλλαγή που έχει γίνει μέχρι στιγμής με βάση τις διατάξεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Είναι ένα από τα πρώτα παραδείγματα ενεργοποίησης του λεγόμενου «μηχανισμού καθαρής ανάπτυξης», ο οποίος σχεδιάστηκε στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

Το εμπόριο αυτό έχει ήδη αρχίσει σε μικρή κλίμακα από τις αρχές του έτους και κάθε εβδομάδα οι εμπορευόμενες ποσότητες ανέρχονται σε 1 εκατ. τόνους. Μάλιστα, αναδύεται μία ολόκληρη βιομηχανία για την εξυπηρέτηση αυτού του κομματιού της αγοράς εμπορευμάτων με χρηματιστηριακές εταιρείες, εταιρείες συμβούλων και τα τμήματα εμπορευμάτων των τραπεζών να συμμετέχουν ολοένα και σε μεγαλύτερο βαθμό στο εμπόριο εκπομπών.

Το παράξενο αυτό εμπόριο έχει σαν στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων στις αναπτυσσόμενες χώρες και αποτελεί μέρος μίας παγκόσμιας προσπάθειας με

κατεύθυνση την εμπορία αερίων ρύπων οι οποίοι ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Ύστερα από αναβολές χρόνων, το ρωσικό κοινοβούλιο επικύρωσε το Πρωτόκολλο του Κιότο, φτιάχνοντας το έδαφος για την καθιέρωση ενός διεθνούς συστήματος εμπορίας ρύπων σχεδιασμένου να συμβάλει στην επιβράδυνση του ρυθμού αύξησης της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Με την απόφαση αυτή του ρωσικού κοινοβουλίου ξεπεράστηκε και το τελευταίο σημαντικό εμπόδιο πριν από την έναρξη εφαρμογής του Πρωτοκόλλου από τους πρώτους μήνες του επόμενου έτους.

#### 4.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ <sup>[19,20]</sup>

Την κατανάλωση καυσίμων μπορούμε να την δούμε καλύτερα μέσα από την σύγκριση της κατανάλωσης καυσίμων που πραγματοποιείται στην Ελλάδα και τις άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Συγκρίνοντας την κατανάλωση ενέργειας στα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, βλέπουμε ότι τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας καταναλώνονται στις Χώρες της Βόρειας Ευρώπης, λόγω των αντίξοων καιρικών συνθηκών που επικρατούν, ο μακρύς χειμώνας και το κρύο. Η συνολική κατανάλωση των καυσίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση φαίνεται παρακάτω.

Πίνακα 4.3.<sup>[19]</sup>

Καύσιμα	%	Gtoe
Πετρέλαιο	31.8	2.8
Λιγνίτης	26.1	2.3
Φυσικό Αέριο	19.3	1.7
Υδροηλεκτρική	5.7	0.5
Traditional	10.2	0.9
Πυρηνική Ενέργεια	4.5	0.4
ΑΠΕ	2.3	0.2
Σύνολο	100	8.8

Ο πίνακας 4.3 δείχνει ότι η πυρηνική ενέργεια αποτελεί ένα πολύ μικρό μέρος της συνολικής ενέργειας και αυτό γιατί η πυρηνική ενέργεια χρησιμοποιείται μόνο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Στον πίνακα 4.4 παρουσιάζεται η κατανάλωση των καυσίμων από τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη συνολική κατανάλωση την εμφανίζει η Γερμανία, ενώ ακολουθούν τα υπόλοιπα κράτη με μεγάλο πληθυσμό όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και η Γαλλία. Ενδεικτικό είναι ότι ανάλογα με το μέγεθος της, η Ελλάδα σημειώνει μεγάλες καταναλώσεις σε λιγνίτη και πετρέλαιο για την παραγωγή ενέργειας, ενώ αντίθετα είναι στις τελευταίες στο φυσικό αέριο. Βλέπουμε δηλαδή πως ενώ οι περισσότερες χώρες έχουν στραφεί σε καθαρότερα καύσιμα όπως είναι το φυσικό αέριο και η πυρηνική ενέργεια, η Ελλάδα συνεχίζει την κατανάλωση όχι καθαρών καυσίμων αλλά και ακριβών.

Πίνακας 4.4. <sup>[21]</sup> Κατανάλωση καυσίμων στην Ευρώπη των 25, Note: TOE refers to tones of oil equivalent, Data source: Euro stat.

	Άνθρακ ας και Λιγνίτης	Πετρέλαιο	Αέριο	Πυρηνική	Ανανεώσιμη	Βιομηχανικά Απορρίμματα	Εισαγόμενη – Εξαγόμενη Ηλεκτρική ενέργεια	Συνολική κατανάλωση η ενέργειας
<b>ΕΕΑ members</b>	18.7	36.9	23.7	13.6	6.9	0.2	0.0	1891474
<b>EU-25</b>	18.2	37.4	23.6	14.6	6.0	0.2	0.0	1726187
<b>EU-15</b>	14.7	39.4	24.2	15.3	6.1	0.1	0.2	1513568
<b>EU-10 νέα μέλη</b>	43.2	23.4	19.7	9.2	5.3	0.3	-1.1	212619
<b>Βέλγιο</b>	11.1	38.0	25.8	21.9	1.9	0.2	1.0	55785
<b>Τσεχία</b>	47.4	19.7	18.0	15.3	2.8	0.2	-3.2	43665
<b>Δανία</b>	27.4	40.3	22.5	0.0	13.3	0.0	-3.5	20676
<b>Γερμανία</b>	24.7	36.4	23.0	12.4	3.4	0.3	-0.1	344487
<b>Εσθονία</b>	61.9	19.1	12.5	0.0	9.5	0.0	-3.0	5456
<b>Ελλάδα</b>	29.5	58.0	6.7	0.0	5.1	0.0	0.6	30160
<b>Ισπανία</b>	15.0	50.0	15.9	11.9	7.0	0.0	0.1	134055
<b>Γαλλία</b>	5.1	34.0	14.6	42.0	6.4	0.0	-2.1	270621
<b>Ιρλανδία</b>	16.5	57.1	24.1	0.0	1.7	0.0	0.7	15269
<b>Ιταλία</b>	8.2	48.6	34.8	0.0	5.9	0.1	2.4	182007
<b>Κύπρος</b>	1.5	97.1	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	2547
<b>Λατβία</b>	2.2	28.5	30.8	0.0	33.4	0.0	5.2	4378
<b>Λιθουανία</b>	2.1	26.4	26.5	44.4	7.8	0.0	-7.2	9004

<b>Λουξεμβο ύργο</b>	1.9	63.8	25.4	0.0	1.4	0.0	7.6	4196
<b>Ουγγαρία</b>	14.0	25.3	44.4	10.6	3.4	0.0	2.2	26744
<b>Μάλτα</b>	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	874
<b>Ολλανδία</b>	10.9	38.8	44.7	1.3	2.5	0.0	1.8	80455
<b>Αυστρία</b>	12.1	42.2	23.1	0.0	20.3	0.8	1.5	32725
<b>Πολωνία</b>	61.3	21.7	12.0	0.0	5.4	0.6	-0.9	94109
<b>Πορτογαλ ία</b>	13.0	58.7	10.4	0.0	17.0	0.0	0.9	25331
<b>Σλοβενία</b>	21.4	35.4	13.1	19.3	10.5	0.1	0.2	6948
<b>Σλοβακία</b>	24.2	18.9	30.1	24.4	3.3	0.1	-1.0	18894
<b>Φιλανδία</b>	22.2	27.9	11.0	15.8	21.2	0.8	1.1	37101
<b>Σουηδία</b>	5.3	30.4	1.6	34.2	26.3	0.1	2.2	50878
<b>Μεγάλη Βρετανία</b>	16.7	34.5	37.4	10.0	1.4	0.0	0.1	229822
<b>Βουλγαρί α</b>	38.0	23.3	13.0	23.1	4.9	0.1	-2.4	19279
<b>Ρουμανία</b>	23.5	26.3	37.5	3.1	9.9	0.2	-0.4	40504
<b>Τουρκία</b>	26.7	38.4	22.2	0.0	12.6	0.0	0.1	79721
<b>Ισλανδία</b>	2.8	24.4	0.0	0.0	72.8	0.0	0.0	3373
<b>Νορβηγία</b>	3.5	22.1	23.9	0.0	47.3	0.1	3.0	22410

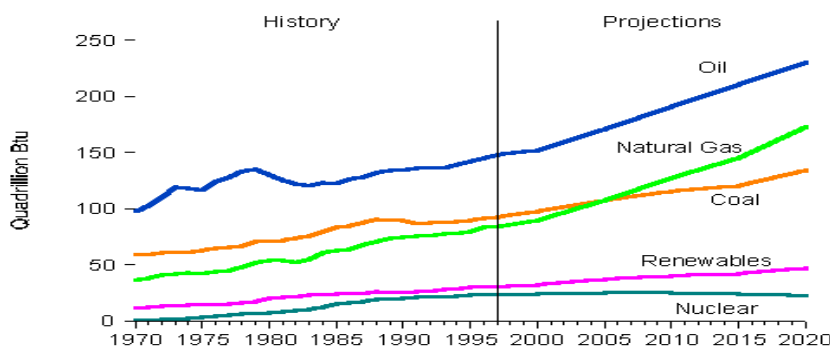
Η κατανάλωση στερεών καυσίμων όπως λιγνίτη και πετρελαίου μειώθηκε ελάχιστα στην δεκαετία 1990-2003 και έφτασε το 79%. Η χρήση των καυσίμων αυτών έχει μεγάλες συνέπειες στο περιβάλλον από τις εκπομπές ρύπων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, πρέπει να τονίσουμε τη συνεχιζόμενη αύξηση της κατανάλωσης φυσικού αερίου που θεωρείται καθαρό καύσιμο και τώρα καταλαμβάνει μερίδιο ίσο με το 23.6% της κατανάλωσης καυσίμων. Η τελευταία μεγάλη αύξηση της τιμής τόσο του πετρελαίου όσο και του φυσικού αερίου οδήγησε και πάλι στο λιγνίτη προκαλώντας έτσι αντίστοιχα και αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων.

Λόγω της απελευθερωμένης αγοράς της ενέργειας και της κοινοτικής νομοθεσίας που θεσπίστηκε έγινε μια σημαντική στροφή μετά το 2000 στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ο οποίος έχει και μικρότερες-λιγότερες συνέπειες στο περιβάλλον. Παρόλες όμως τις προσπάθειες η συμμετοχή τους στην παραγωγή ενέργειας παραμένει στα επίπεδα του 6%. Η πυρηνική ενέργεια γνώρισε μεγάλη αύξηση την

δεκαετία του 1980 για να φτάσει το 2003 σε επίπεδα του 15% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Αν και η πυρηνική ενέργεια δεν παράγει καθόλου μόλυνση υπάρχει μεγάλος κίνδυνος εκπομπής ραδιενέργειας και ραδιενεργών αποβλήτων.

Παρακάτω φαίνεται ένα διάγραμμα της διαχρονικής αύξησης στην κατανάλωση κάθε καυσίμου για τον Ευρωπαϊκό χώρο.

### World Energy Consumption by Fuel Type, 1970-2020



Source: EIA, International Energy Outlook 2000

Σχήμα 4.1. Αύξηση στην κατανάλωση καυσίμων στην Ευρώπη των 25.<sup>[21]</sup>

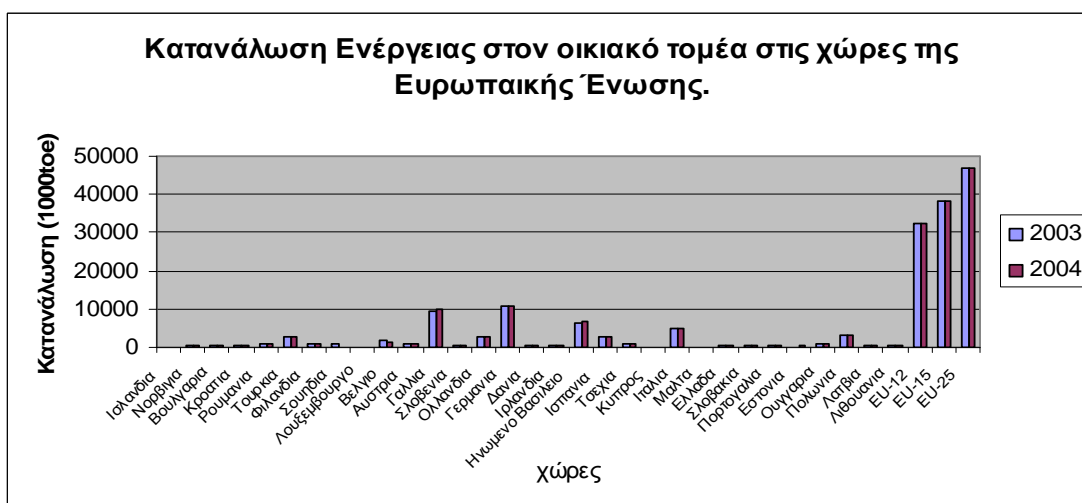
- Το φυσικό αέριο προβλέπεται να είναι το ταχύτερα αναπτυσσόμενο καύσιμο, και η κατανάλωσή του προβλέπεται να διπλασιαστεί από το 1997 μέχρι το 2020. Αυτό γίνεται γιατί χρησιμοποιείται ευρέως σε σταθμούς συμπαραγωγής ενέργειας, με μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης και λιγότερους εκπεμπόμενους ρύπους όπως το διοξείδιο του θείου και οξείδια του αζώτου σε σχέση με το πετρέλαιο ή τον λιγνίτη. Σε σχετικές προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής πιστεύεται ότι μέχρι το 2010 η κατανάλωση φυσικού αερίου θα φτάσει αυτή του λιγνίτη και μέχρι το 2020 θα το έχει ξεπεράσει κατά 29%.
- Στις μέρες μας η μεγαλύτερη κατανάλωση γίνεται στο πετρέλαιο, υπάρχει μια πολύ μικρή μείωση στην κατανάλωση του πετρελαίου από 39% το 1997 σε 38% το 2002, λόγω της στροφής σε άλλα καύσιμα ιδίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, στις αναπτυσσόμενες χώρες η μεγαλύτερη κατανάλωση του πετρελαίου γίνεται στον τομέα των μεταφορών, όπου λίγες είναι και οι εναλλακτικές προτάσεις.

- Η συμμετοχή του λιγνίτη στην κατανάλωση προβλέπεται να μειωθεί λίγο από 24% το 1997 σε μόλις 22% το 2020. Και αυτό γιατί στις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες της Ασίας ο λιγνίτης κυριαρχεί και αναμένεται να τον χρησιμοποιούν ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ιδίως όσο αφορά μια χώρα σαν την Κίνα και λόγω των τεράστιων αποθεμάτων, ο λιγνίτης αναμένεται να είναι το βασικότερο καύσιμο τόσο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όσο και για την βιομηχανία.

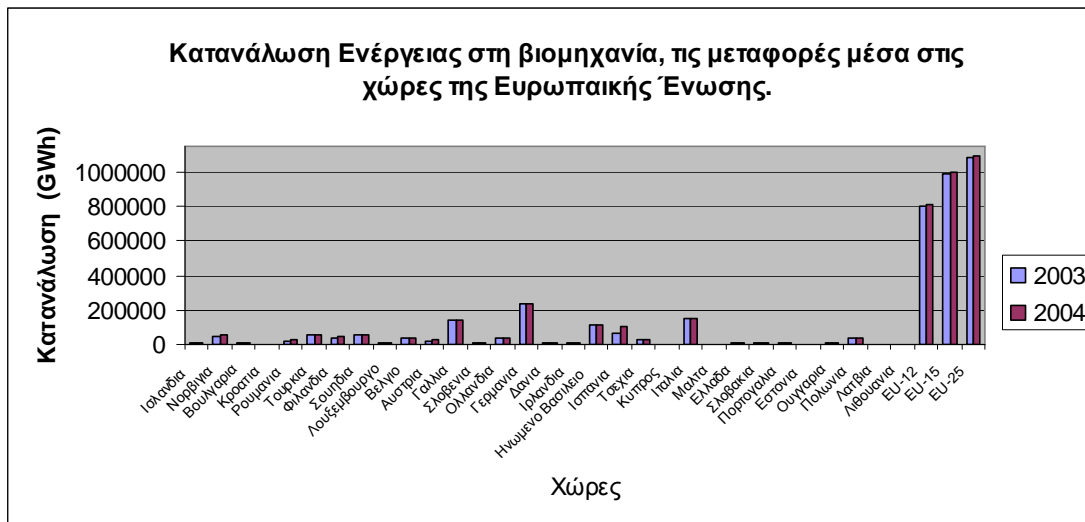


Σχήμα 4.2. Ενεργειακή Κατανάλωση ανά κάτοικο (kWh) in 2005.<sup>[21]</sup>

Η κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα, στην Ελλάδα βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και αυτό κυρίως λόγω του κλίματος σε σχέση με τον μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Σχήμα 4.3. Κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.<sup>[21]</sup>



Σχήμα 4.4. Κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές, στη βιομηχανία και σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.<sup>[21]</sup>

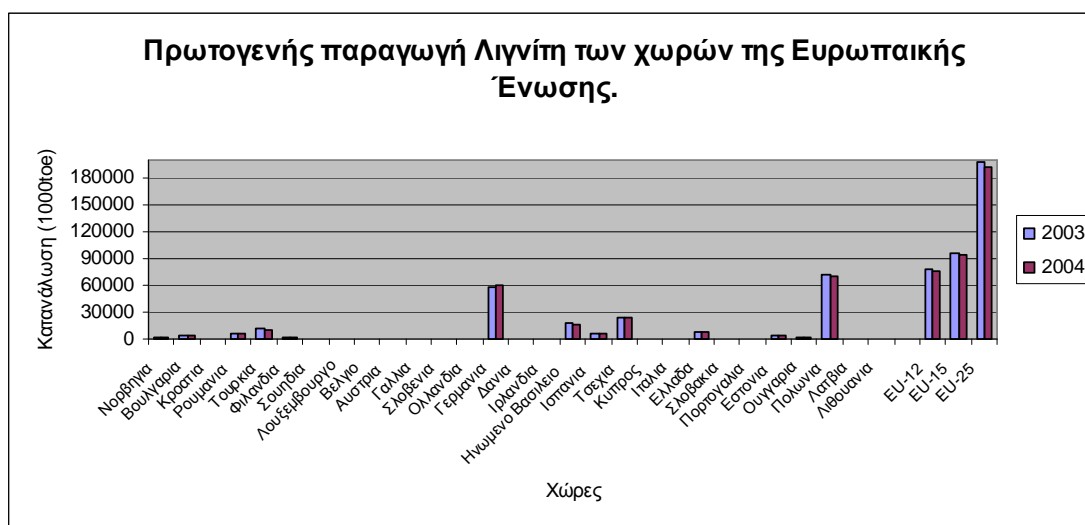


Σχήμα 4.5. Κατανάλωση ενέργειας σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.<sup>[21]</sup>

### 4.3 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ <sup>[21,22]</sup>

Η συμμετοχή του λιγνίτη στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος είναι παγκόσμια πολύ μεγάλη. Το 27,2% σχεδόν των πρωτογενών ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας για το 2004 καλυπτόταν από τον λιγνίτη. Παρά τις γεωγραφικές διαφοροποιήσεις του 21,1% στις χώρες του ΟΟΣΑ και του 17,9%

στην Ευρωπαϊκή Ένωση γεγονός είναι πως ο άνθρακας κινεί σε μεγάλο βαθμό την παγκόσμια οικονομία.



Σχήμα 4.6. Σύγκριση μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών στην παραγωγή λιγνίτη.<sup>[21]</sup>

Στην Ελλάδα το μεγαλύτερο τμήμα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτεται όπως ήδη αναφέραμε από τα κοιτάσματα λιγνίτη που διαθέτει η χώρα.

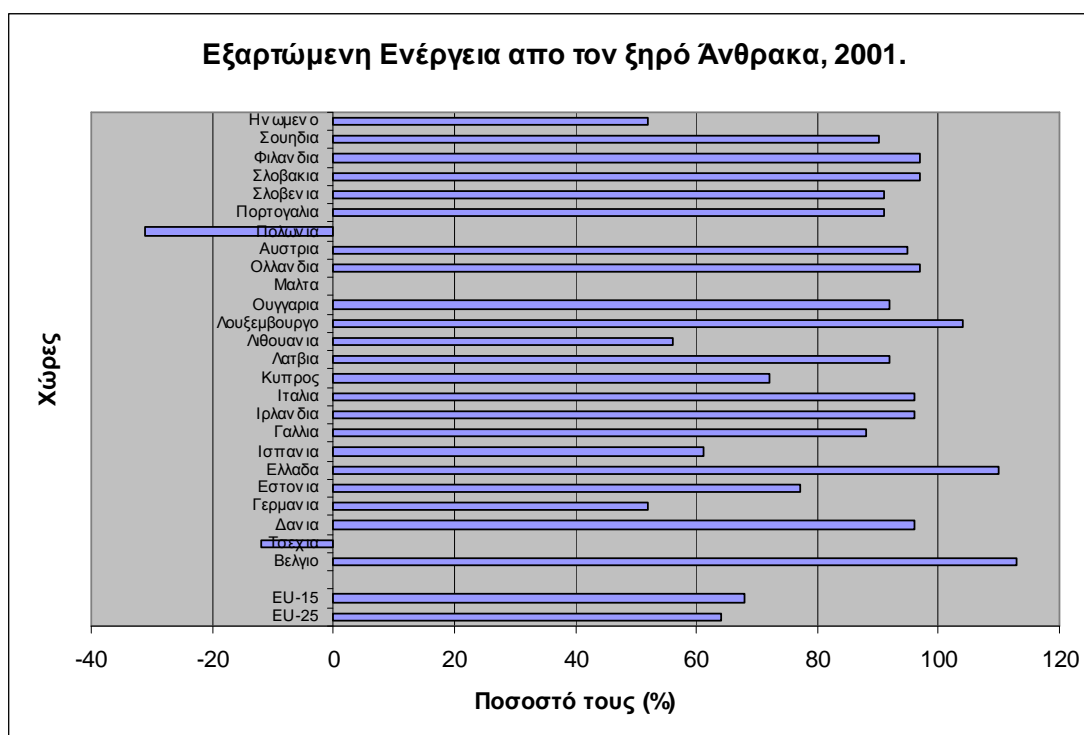
Παρακάτω ακολουθεί ενδεικτικά ένας πίνακας με την εξόρυξη λιγνίτη από διάφορες χώρες του κόσμου.

Πίνακας 4.4. <sup>[22]</sup> Εξόρυξη χιλιάδων τόνων λιγνίτη.<sup>1</sup>

		1970	1980	1990	2000	2001
1.	<b>Γερμανία</b>	369,300	388,000	356,500	167,700	175,400
2.	<b>Ρωσία</b>	127,000	141,000	137,300	86,400	83,200
3.	<b>Η.Π.Α.</b>	5,400	42,300	82,600	83,500	80,500
4.	<b>Αυστραλία</b>	24,200	32,900	46,000	65,000	67,800
5.	<b>Ελλάδα</b>	8,100	23,200	51,700	63,300	67,000
6.	<b>Πολωνία</b>	32,800	36,900	67,600	61,300	59,500
7.	<b>Τουρκία</b>	4,400	15,000	43,800	63,000	57,200
8.	<b>Τσεχία</b>	67,000	87,000	71,000	50,100	50,700

9.	<b>Κίνα</b>	13,000	22,000	38,000	40,000	47,000
10.	<b>Σερβία και Μαυροβούνιο</b>	26,000	43,000	60,000	35,500	35,500
11.	<b>Ρουμανία</b>	14,100	27,100	33,500	17,900	29,800
12.	<b>Βόρεια Κορέα</b>	5,700	10,000	10,000	26,000	26,500
...	...	...	...	...	...	...
...	<b>Αυστρία</b>	3,700	1,700	2,500	1,300	1,200
...	<b>Total</b>	804,000	1.028,000	1.214,000	877,400	894,800

Παρατηρούμε ότι τα τελευταία 30 χρόνια η εξόρυξη του λιγνίτη συνεχώς αυξάνει και ότι η Ελλάδα συναγωνίζεται μεγάλες Ευρωπαϊκές χώρες στην παραγωγή λιγνίτη.

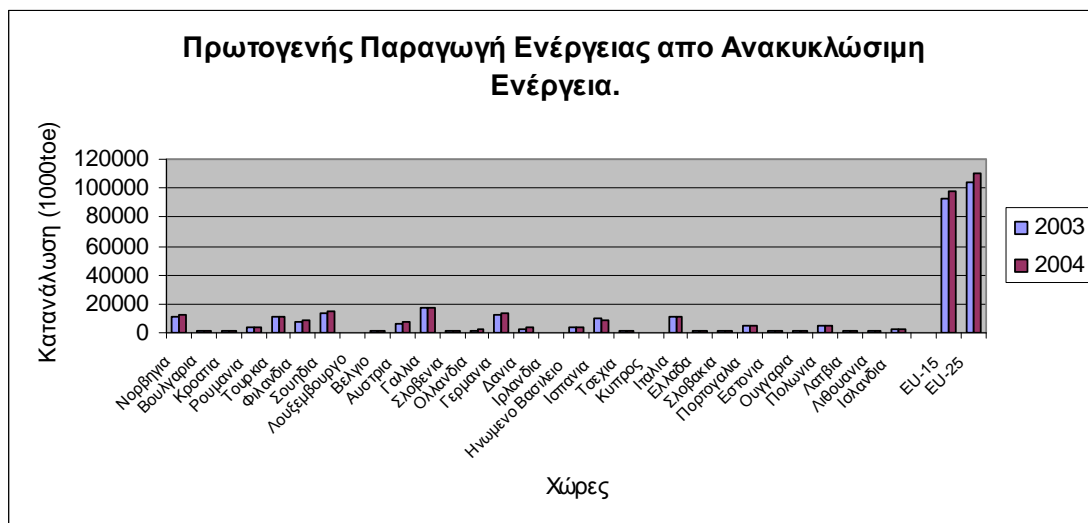


Σχήμα 4.7 <sup>[21]</sup>

Το παραπάνω διάγραμμα της Ευρώπης των 15 και των 25 δείχνει μια σημαντική αύξηση στην εξάρτηση από το λιγνίτη κατά την περίοδο 1991-2001, φτάνοντας στα

επίπεδα του 71% και 43% αντίστοιχα. Τέσσερις χώρες της Ευρώπης έχουν εξάρτηση από τον λιγνίτη κάτω από 60% και είναι η Τσεχία, η Γερμανία, η Πολωνία και η Μεγάλη Βρετανία, ενώ 16 χώρες έχουν εξάρτηση μεγαλύτερη από το 90%.

#### 4.4 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ <sup>[21]</sup>



Σχήμα 4.8. Συμμετοχή ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας στις Ευρωπαϊκές Χώρες. <sup>[21]</sup>



Σχήμα 4.9. Ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. <sup>[21]</sup>

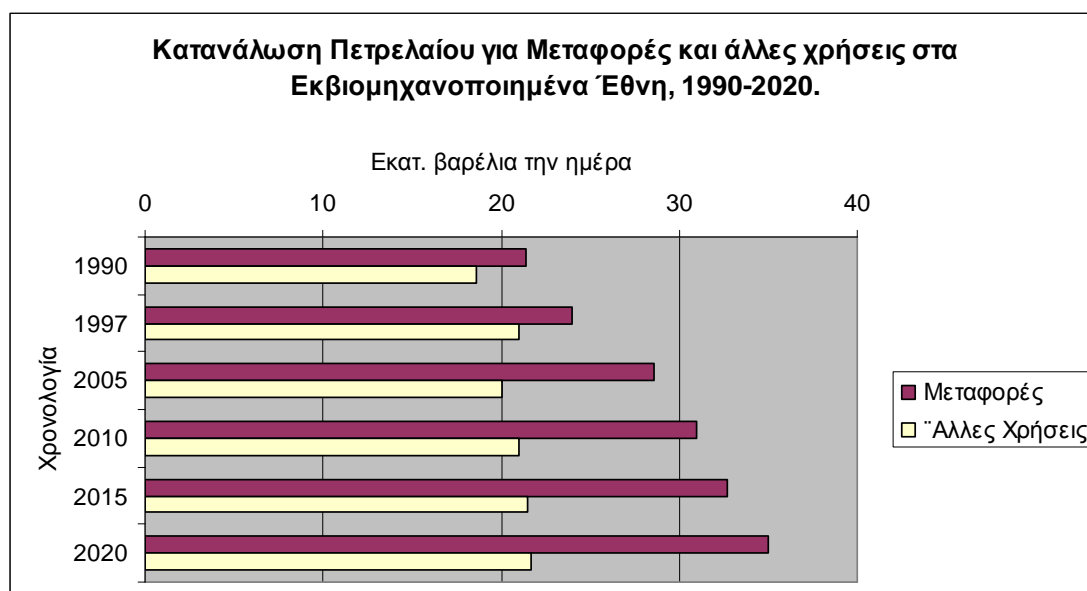


Από τα σχήματα 4.8 και 4.9 φαίνεται πως η Ελλάδα είναι στις τελευταίες θέσεις ως προς την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, ενώ χώρες όπως είναι η Δανία αλλά και η Γερμανία χωρίς αιολικό και ηλιακό δυναμικό αντίστοιχο με της Ελλάδας είναι στις πρώτες θέσεις και με μεγάλη ισχύ σε ΑΠΕ.

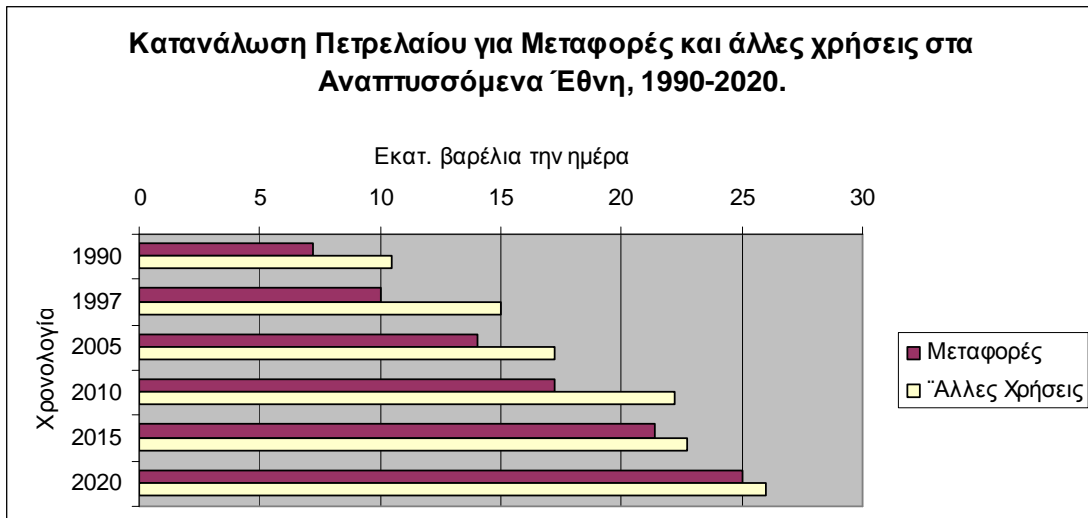
Για την παραγωγή ενέργειας στην Ευρώπη των 25 το μεγαλύτερο ποσοστό έχει ο λιγνίτης και το πετρέλαιο, ενώ μεγάλο ποσοστό έχει και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα καθαρότερα καύσιμα όπως είναι το φυσικό αέριο αλλά και άλλα άγνωστα για την Ελλάδα καύσιμα όπως η πυρηνική ενέργεια.

Επίσης, μέσα από το σχήμα 4.8 φαίνεται ότι το σημαντικό μέρος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των Βόρειων χωρών όπως είναι η Νορβηγία, η Σουηδία, η Φιλανδία αλλά και άλλων γίνεται από ΑΠΕ τη στιγμή που χώρες όπως η Ελλάδα με σημαντικό αιολικό και υδατικό δυναμικό βρίσκονται περίπου στην μέση.

#### 4.5 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ <sup>[21]</sup>



Σχήμα 4.10α.<sup>[21]</sup>

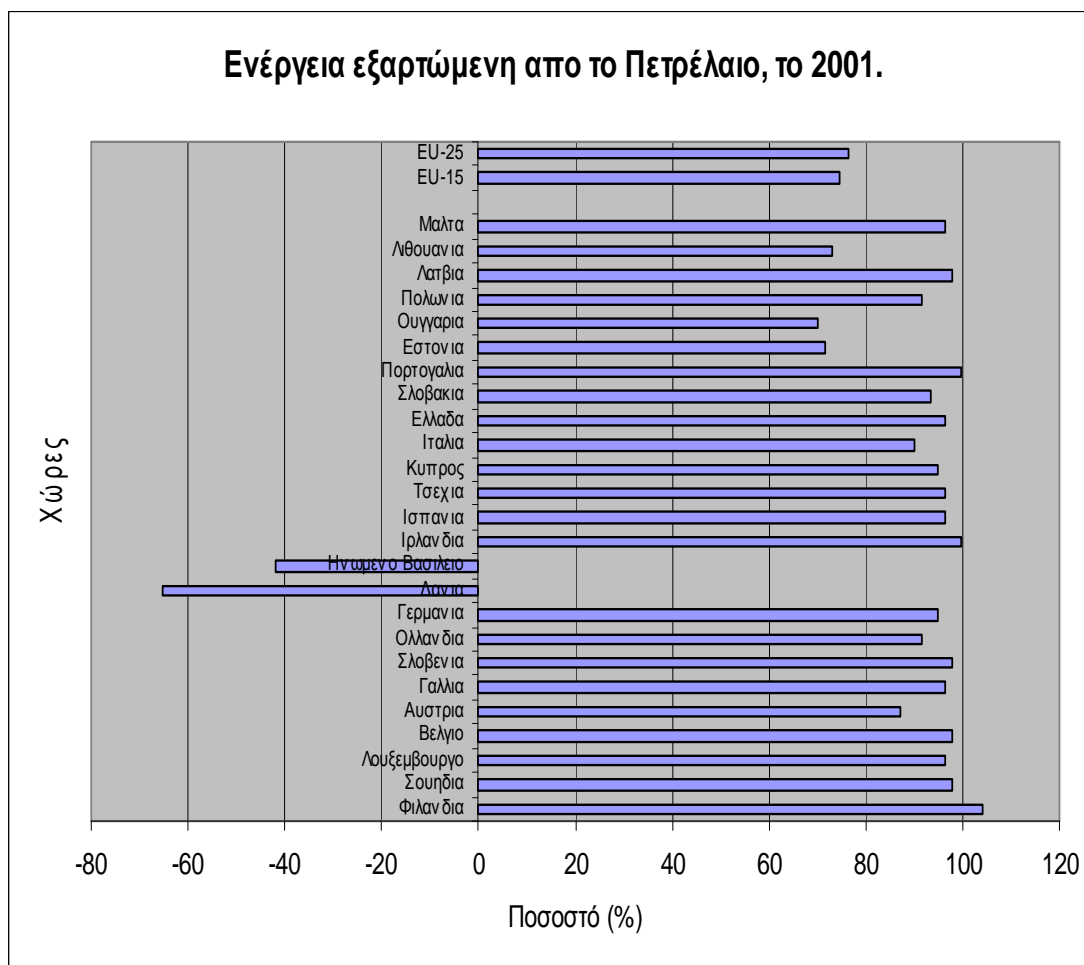


Σχήμα 4.10β.<sup>[21]</sup>

- Υπάρχει σημαντική κατανάλωση πετρελαίου και αύξηση της κατανάλωσης λόγω του τομέα των μεταφορών και της αύξησης των κινούμενων μέσων. Στις αναπτυσσόμενες χώρες η αύξηση στην κατανάλωση οφείλεται στην βιομηχανία ενώ στις αναπτυγμένες οφείλεται στον τομέα των μεταφορών.
- Η κατανάλωση του πετρελαίου οφείλεται κυρίως στις μεταφορές, από την αύξηση της κατανάλωσης του πετρελαίου σε 11.4 εκατομμύρια βαρέλια την μέρα, που ήταν πρόβλεψη για τα έτη 1997 ως 2020, τα 10.7 εκατομμύρια βαρέλια την μέρα κατευθύνονται στον τομέα των μεταφορών.



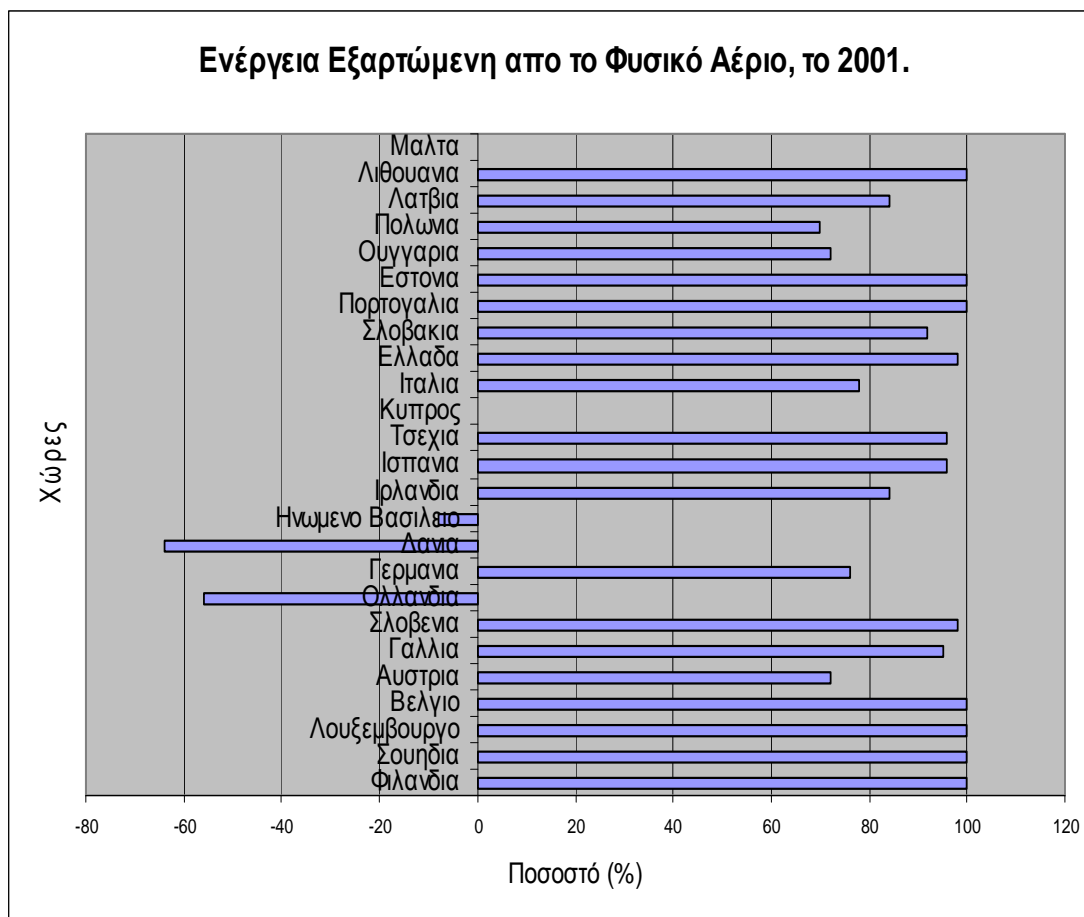
Σχήμα 4.11. Κατανάλωση πετρελαίου σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.<sup>[21]</sup>



Σχήμα 4.12<sup>[21]</sup>

Το παραπάνω διάγραμμα της Ευρώπης των 15 και των 25 δείχνει μια σημαντική αύξηση στην εξάρτηση από το πετρέλαιο, κατά την περίοδο 1991-2001, φτάνοντας τα επίπεδα του 77% και 78% αντίστοιχα, ξεπερνώντας έτσι και την αύξηση του λιγνίτη. Η Δανία και η Μεγάλη Βρετανία είναι οι μόνες χώρες με εξαγωγική δραστηριότητα ενώ 19 άλλες χώρες εισάγουν πάνω από το 90% των αναγκών τους σε πετρέλαιο.

#### 4.6 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Σχήμα 4.13<sup>[21]</sup>

Οι χώρες μέλη της Ευρώπης των 15 και των 25 εξαρτώνται ελάχιστα από το φυσικό αέριο σε σχέση με τον λιγνίτη και το πετρέλαιο. Η εξάρτηση από το φυσικό αέριο το 2001 ήταν 43% για την Ευρώπη των 15, ενώ για την Ευρώπη των 25 ήταν 47%.

#### 4.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η παραγωγή ενέργειας στην Ευρώπη των 25 γίνεται από πετρέλαιο και λιγνίτη, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό κατέχει και η ηλεκτροπαραγωγή από τα καθαρότερα καύσιμα όπως είναι το φυσικό αέριο αλλά και άλλα άγνωστα για την Ελλάδα όπως η πυρηνική ενέργεια.
- Σημαντικό μέρος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των Βόρειων χωρών όπως της Νορβηγία, της Σουηδία, της Φιλανδία αλλά και άλλων χωρών

γίνεται από ΑΠΕ τη στιγμή που χώρες όπως η Ελλάδα με σημαντικό αιολικό και υδατικό δυναμικό βρίσκονται προς τη μέση.

- Η Ελλάδα αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους καταναλωτές λιγνίτη στο χώρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ.

Η εκμετάλλευση των ενεργειακών πηγών για την κάλυψη των αναγκών μιας χώρας σε κάθε μορφή ενέργειας καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ανάπτυξη και το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων της. Επειδή οι πηγές ενέργειας δεν είναι ανεξάντλητες και οι απαιτήσεις αυξάνουν συνεχώς, η ανάγκη για οικονομικότερη εκμετάλλευση των υπαρχόντων καυσαερίων γίνεται αναγκαία μαζί με την αύξηση παράλληλα του βαθμού απόδοσης των θερμικών σταθμών έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων μεγάλωνοντας έτσι το χρονικό όριο αξιοποίησης τους και προσφέροντας την μείωση των εκπομπών τους. Έτσι, η αναγκαιότητα αντιμετώπισης της ρύπανσης του περιβάλλοντος οδηγεί σε περιορισμούς όσο αφορά την χρησιμοποίηση των διαφόρων καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας.

#### **5.1 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ <sup>[4,6]</sup>**

Οι εκπομπές αερίων καπνού και τέφρας είναι προβλήματα άμεσα συνδεδεμένα με την χρησιμοποίηση των καυσίμων όπου το πρόβλημα πήρε οξύτατη μορφή λόγω της συνάθροισης μεγάλου αριθμού ατόμων στις πόλεις και τη δημιουργία μεγάλων βιομηχανικών κέντρων. Κύριες πηγές μόλυνσης αποτελούν:

- Οι συμβατικοί ΑΗΣ
- Οι βιομηχανικοί θερμικοί Σταθμοί
- Οι κεντρικές θερμάνσεις
- Οι κινητήρες ΜΕΚ

Τα προϊόντα της καύσης που παράγονται μεταβάλλουν τη σύνθεση του αέρα και προκαλούν τη ρύπανση του. Τα κύρια συστατικά των καυσίμων είναι, ο άνθρακας και το υδρογόνο που σχηματίζουν κατά την καύση τους,  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$ . Οι εκπομπές του  $\text{CO}_2$  θεωρούνται ιδιαίτερης σημασίας και επηρεάζουν σημαντικά τις κλιματολογικές συνθήκες και γι'αυτό γίνεται μια προσπάθεια για τη μείωσή τους. Τα πρόσθετα συστατικά που συνοδεύουν τα καύσιμα όπως είναι η τέφρα, το θείο, το άζωτο, το

φθόριο, δημιουργούν εκπομπές που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα και καταστρέφουν τη βιολογική ισορροπία της περιοχής που εκπέμπονται.

## 5.2 Η ΤΕΦΡΑ <sup>[6]</sup>

Η εκπομπή της τέφρας εξαρτάται κυρίως από το καύσιμο, την περιεκτικότητά του σε τέφρα και τη διαμόρφωση της εστίας του. Η εκπεμπόμενη στην ατμόσφαιρα τέφρα περιλαμβάνει αιθάλη, πίσσα και ιπτάμενο κωκ. Η προστασία του περιβάλλοντος από τις εκπομπές της τέφρας γίνεται με την τοποθέτηση ηλεκτροστατικών φίλτρων, όχι μόνο σε ατμοπαραγωγούς που χρησιμοποιούν στερεά καύσιμα αλλά και σε ατμοπαραγωγούς που χρησιμοποιούν υγρά καύσιμα όταν αυτοί είναι μεγάλης ισχύος και βρίσκονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές, ο βαθμός απόδοσης αυτών των ηλεκτροστατικών φίλτρων φθάνει περίπου το 99,0%.

## 5.3 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ <sup>[6]</sup>

Είναι αέριο άχρωμο, άοσμο και βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Έχει, όμως, έντονη ερεθιστική μυρωδιά, όταν βρίσκεται σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις. Το θείο που περιέχουν τα διάφορα καύσιμα όταν καίγονται σχηματίζει 95-98% SO<sub>2</sub>, και το υπόλοιπο γίνεται SO<sub>3</sub>. Το εκπεμπόμενο αυτό SO<sub>2</sub> μετά από 2 έως 24 ώρες μετατρέπεται στην ατμόσφαιρα σε SO<sub>3</sub> και στην συνέχεια, σε H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Περιεκτικότητες SO<sub>2</sub> από 2-8 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, είναι ικανές να επηρεάσουν αισθητά τη συχνότητα αναπνοής στον άνθρωπο, ενώ στα φυτά περιεκτικότητες από 1-2 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, προκαλούν σοβαρές βλάβες. Η παρουσία SO<sub>2</sub> στον αέρα γίνεται αντιληπτή από την χαρακτηριστική οσμή του, ενώ οι εκπομπές του SO<sub>2</sub> και του φθορίου προκαλούν σημαντικές φθορές σε φυτά και δέντρα.

Η μείωση της εκπομπής ενώσεων του θείου μπορεί να γίνει δυνατή με την εγκατάσταση συστημάτων πλύσης των καυσαερίων τα οποία χρησιμοποιούνται σαν μέσο δέσμευσης των ενώσεων του θείου από ενώσεις του ασβεστίου. Γενικά το ύψος της καπνοδόχου μιας εγκατάστασης θα πρέπει να εξαρτάται από την περιεκτικότητα του καύσιμου σε θείο, τη ρύπανση της περιοχής, τις κλιματολογικές συνθήκες και την παρουσία οικισμών. Σε εγκαταστάσεις με ύψος καπνοδόχου μικρότερο των 30 μέτρων πρέπει το καύσιμο να έχει περιεκτικότητα σε θείο το περισσότερο έως 0,5%.

#### 5.4 ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ <sup>[6]</sup>

Τα οξείδια του αζώτου αποτελούν ρύπους της ατμόσφαιρας με σημαντικές επιπτώσεις στον άνθρωπο και στα φυτά, μπορούν να επιφέρουν ερεθισμό στα μάτια, μείωση στην όραση και με την παρουσία της φωτοχημικής επίδρασης δημιουργούν βρογχικό ερεθισμό, οξειδώνοντας έτσι την αιμογλοβίνη του αίματος.

Η φωτοχημική ενέργεια επί του NO<sub>x</sub> από το φως είναι η αρχή μιας σύνθετης σειράς αλυσιδωτών αντιδράσεων που περιλαμβάνουν υδρογονάνθρακες και άλλες οργανικές σκόνες ή ενώσεις που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα. Τα τελικά προϊόντα αυτών των αντιδράσεων είναι: το όζον, η φορμαλδεΐδη, τα οργανικά υπεροξείδια. Το NO<sub>x</sub> επιφέρει στην ατμόσφαιρα χρωματισμό από ωχρό κίτρινο, μέχρι υπέρυθρο καφέ. Πειράματα σε ζώα έδειξαν ότι περιεκτικότητα 0,8m<sup>3</sup>/m<sub>n</sub><sup>3</sup> προκαλεί ελαφρές βλάβες στους πνεύμονες.

Η δημιουργία NO<sub>x</sub> από το N<sub>2</sub> και το O<sub>2</sub> είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας και το σχηματιζόμενο με τη σειρά του σε υψηλή θερμοκρασία NO<sub>x</sub> διατηρείται και στις χαμηλές θερμοκρασίες των καυσαερίων.

Τα οξείδια του αζώτου που σχηματίζονται κατά την καύση προέρχονται από το άζωτο του αέρα καύσης και το άζωτο που περιέχει το καύσιμο. Έτσι, μπορεί να γίνει διαχωρισμός της εκπομπής NO<sub>x</sub> σε θερμικό NO<sub>x</sub> και το προερχόμενο από το καύσιμο. Το θερμικό μέρος της εκπομπής NO<sub>x</sub> σχηματίζεται στην εστία και με την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών περίπου 1300°C.

Η μείωση του σχηματισμού θερμικού NO<sub>x</sub>, μπορεί να επιτευχθεί με λειτουργικά μέσα όπως με την:

- Μείωση του λόγου αέρα, στο ελάχιστο δυνατό
- Ανακυκλοφορία θερμών καυσαερίων
- Πολυβαθμια καύση

Για τον περιορισμό των NO<sub>x</sub> που σχηματίζονται από το άζωτο που περιέχει το καύσιμο, όπως επίσης και για το NO<sub>x</sub> που δεν μπορεί να δεσμευθεί με λειτουργικά μέσα, τοποθετείται εγκατάσταση συγκράτησης των NO<sub>x</sub> με καταλυτική επίδραση NH<sub>3</sub>.








## 5.5 ΤΟΞΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ <sup>[6]</sup>

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν ρύποι όπως το αρσενικό, ο αμιάντος και το βενζόλιο. Πέραν όμως αυτών των ρύπων, από τις καμινάδες των λιγνιτικών σταθμών εκλύονται και άλλοι τοξικοί ρύποι που δεν καταγράφονται συστηματικά, τουλάχιστον σε όλους τους σταθμούς. Για παράδειγμα ο ΑΗΣ Καρδιάς εκλύει ετησίως περί τα 30 κιλά αρσενικού και 20 κιλά καδμίου στην ατμόσφαιρα. Ακόμη εκλύει σημαντικές ποσότητες χρωμίου, νικελίου και PCBs (κλωφέν). Τα επίπεδα ορισμένων ρύπων στην ευρύτερη περιοχή του ενεργειακού κέντρου Δυτικής Μακεδονίας είναι εξαιρετικά υψηλά. Για παράδειγμα τα επίπεδα των επικίνδυνων μικροσωματιδίων στην περιοχή Κοζάνης ξεπερνούν τα επίσημα όρια. Η μέση ημερήσια τιμή δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (μικρογραμμάρια/κυβικό μέτρο), σχεδόν κάθε στιγμή της ημέρας, ενώ η μέση ετήσια τιμή κυμαίνεται σε 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , όταν το όριο είναι 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Τα ετήσια επίπεδα μικροσωματιδίων στην Πτολεμαΐδα φτάνουν τα 86  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  και στη Φλώρινα τα 58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Προφανώς για τα υψηλά επίπεδα μικροσωματιδίων ευθύνονται και οι καθημερινές λειτουργίες των πόλεων, όμως μεγάλες ευθύνες έχουν οι καμινάδες της ΔΕΗ με τα σχεδόν 13 εκ. τόνους ιπτάμενης τέφρας που παράγουν και με τους 27.000 τόνους πετρελαίου που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ για την έναυση των λιγνιτικών σταθμών. Να σημειωθεί ότι στους λιγνιτικούς σταθμούς της Δυτικής Μακεδονίας καταναλώνονται 100 τόνοι λιγνίτη ανά λεπτό. Η παραγωγή λιγνίτη στο λιγνιτικό κέντρο της περιοχής ανήλθε το 2005 σε 67,3 εκ. τόνους, ενώ οι αντίστοιχες εκσκαφές σε 371,8 εκ. κυβικά μέτρα.

## 5.6 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ <sup>[5,23]</sup>

Ανεξάρτητα από τα κατασκευαστικά δεδομένα των καυσίμων η παρουσία ανόργανων συστατικών στα καύσιμα είναι το αίτιο που προκαλεί τη ρύπανση αντίθετα από τα υγρά καύσιμα που περιέχουν λίγες ανόργανες ενώσεις, τα στερεά καύσιμα παρουσιάζουν πολλές ομάδες στοιχείων. Για να γίνουν όμως αυτά πιο κατανοητά, θα πρέπει να γίνει διαχωρισμός των συστατικών τα οποία από τη φύση τους περιέχονται στα στερεά καύσιμα και προέρχονται από τα φυτικά συστατικά τα οποία προήλθε το καύσιμο και από τις ξένες προσμείξεις που έχουν προσαχθεί μετά σε αυτό.

		Πυκνότητα g/cm <sup>3</sup>	Θερμοκρασία τήξης °C
(α) Καύσιμο ελεύθερο Μεταλλικών- Ανόργανων ενώσεων		< - 1,3	
(β) Μόνο Μεταλλικές (Ανόργανες) ενώσεις			
Πυρίτης		5,0	1.150
Άμμος		2,7	1700
(γ) Μείγματα Μεταλλικών (Ανόργανων ενώσεων)		2,5 - 3,0	1.200 - 1.600
(δ) Καύσιμο με Ανόργανες προσμείξεις		1,5 - 2,0	1.200 - 1.500

Σχήμα 5.1. Χαρακτηριστικά Στερεών Καυσίμων. <sup>[5]</sup>

Η φυτική τέφρα με μάζα 1-2% αποτελεί το μικρότερο ποσοστό τέφρας που περιέχεται στο καύσιμο, το υπόλοιπο κύριο μέρος της αποτελείται από ξένες ανόργανες ενώσεις οι οποίες ή κατά τη διάρκεια της διεργασίας της εξανθράκωσης αναμείχθηκαν με το καύσιμο ή μετά τη δημιουργία του καυσίμου με την επίδραση διαφόρων εξωτερικών παραγόντων (σεισμοί, πλημμύρες) μέσω των ρωγμών πέρασαν στο στρώμα του καυσίμου. Κάθε κόκκος καυσίμου μπορεί να έχει τις εξής βασικές συστάσεις:

- α. Καύσιμο ελεύθερων ανόργανων ή μεταλλικών προσμείξεων, με πυκνότητα <math>< 1,3\text{g/cm}^3</math>.
- β. Μεταλλικές ανόργανες ενώσεις με διαφορετική πυκνότητα και θερμοκρασία τήξης, όπως π.χ. πυρίτης με χαμηλή θερμοκρασία τήξης και μεγάλη πυκνότητα ή άμμος με υψηλή θερμοκρασία τήξης και μέση πυκνότητα.
- γ. Μείγματα μεταλλικών ενώσεων όπου η θερμοκρασία τήξης και η πυκνότητα προκύπτουν από μέσες τιμές.
- δ. Προσμείξεις καυσίμου με ανόργανες ενώσεις (π.χ. Άργιλο). Οι προσμείξεις αυτές, συμπεριφέροντε κατά την καύση, όπως η τέφρα που προέρχεται από

τα φυτά, έτσι ώστε το ποσοστό του 1 με 2% να αυξάνει σημαντικά. Η τέφρα αυτή, χαρακτηρίζεται ως συνδεδεμένη με το καύσιμο τέφρα και δεν μπορεί να απομακρυνθεί με τα διάφορα συστήματα διαλογής.

*Πίνακας 5.1. Μεταλλικές ενώσεις που παρουσιάζονται στα στερεά καύσιμα. <sup>[5]</sup>*

<b>Αργιλώδεις ενώσεις</b> <b>-50%</b>	$Al_2O_3/ 2SiO_2/ 2H_2O$ $K_2O/ 3(AlFe)_2O_3/ 16S_1O_2/ 4H_2O$
<b>Ανθρακικές ενώσεις</b> <b>-20%</b>	$CaCO_3$ $CaMg(CO_3)_2$ $FeCO_3$
<b>Ενώσεις Θείου</b> <b>-20%</b>	$FeS_2$
<b>Διάφορα</b>	$(K, Na)AlSi_3O_8/$ $Ca_5F(PO_4)_3/ Fe_2O_3/ NaCl/$ $TiO_2$

Η συμπεριφορά των ενώσεων αυτών, σε υψηλές θερμοκρασίες έχει γίνει αντικείμενο μεγάλου αριθμού εργασιών, όχι όμως στις ιδιόμορφες συνθήκες που παρουσιάζονται σε έναν ατμοπαραγωγό. Οι ανόργανες ενώσεις που προσάγονται με το καύσιμο θερμαίνονται λίγα δευτερόλεπτα σε υψηλές θερμοκρασίες όταν ο άνθρακας με τον οποίο είναι αναμειγμένες, αναφλέγεται και καίγεται. Η περιοχή τήξης της τέφρας βρίσκεται μεταξύ 1100 και 1600°C και μπορεί να μειωθεί ακόμα αν η τέφρα περιέχει αλκάλια. Οι χημικές αντιδράσεις που δημιουργούνται με τη βοήθεια της υψηλής θερμοκρασίας καθώς και οι μικρές διαφορές στη διάρκεια ζωής των ενώσεων που σχηματίζονται είναι δύσκολο να προσδιορισθούν θεωρητικά.

Η στοιχειακή ανάλυση ενός καυσίμου, καθώς επίσης και ο προσδιορισμός της θερμογόνου ικανότητας του προσφέρουν σημαντική βοήθεια για τη μελέτη κατασκευής ενός θαλάμου καύσης, αλλά συμβάλλουν ελάχιστα στο να προσδιοριστούν κατά προσέγγιση οι τάσεις ρύπανσης του χώρου καύσης. Η περιεκτικότητα ενός καυσίμου σε τέφρα δεν προσφέρει κανένα σημαντικό στοιχείο όσον αφορά την ρύπανση. Συμμετέχει στον προσδιορισμό της σύστασης της τέφρας και μπορεί να βοηθήσει στην εκτίμηση της μελλοντικής ρύπανσης που μπορεί να

προκαλέσει. Γιαντό το λόγο το καύσιμο καίγεται με παρουσία αέρα και ακολουθεί ανάλυση για τον προσδιορισμό των οξειδίων των συστατικών της τέφρας εδώ θα πρέπει η τέφρα που προέρχεται από τον κλίβανο του δοκιμαστηρίου να είναι διαφορετική από την υγρή τέφρα και την ιπτάμενη τέφρα που προήλθαν από την καύση του καυσίμου στην εστία γιατί έχουν μεταξύ τους διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασίας, ροής καυσαερίων και χρόνου καύσης.

Η εργαστηριακή ανάλυση δεν μπορεί να μας καθορίζει ποια μεταλλικά συστατικά περιλαμβάνονται στο καύσιμο, π.χ. η υψηλή περιεκτικότητα σε  $\text{SiO}_2$  και αν αυτό προέρχεται από άμμο ή από ενώσεις αργίλου στο καύσιμο γιατί τόσο το ένα όσο και το άλλο έχουν διαφορετική συμπεριφορά στην εστία. Έτσι λοιπόν μια τέτοια ανάλυση επιτρέπει περιορισμένα συμπεράσματα όσον αφορά την τάση για ρύπανση.

Μέσα από πολλές εξετάσεις έχει αποδειχθεί ότι τα οξείδια  $\text{SiO}_2$  και  $\text{Al}_2\text{O}_3$  αποτελούν περίπου τα δύο τρίτα της τέφρας των στερεών καυσίμων, ενώ σαν τρίτο οξείδιο παρουσιάζεται το  $\text{CaO}$  ή  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Τα οξείδια αυτά χρησιμοποιούνται στον σχηματισμό διαγράμματος που δίνει τις θερμοκρασίες τήξης της τέφρας ως συνάρτηση της περιεκτικότητάς της σε οξείδια. Ένα άλλο επίσης κριτήριο αποτελεί η θερμοκρασία τήξης της τέφρας που προσδιορίζεται πειραματικά, αυτό το κριτήριο όμως δεν έχει μεγάλη εφαρμογή γιατί οι συνθήκες στην εστία είναι διαφορετικές με αυτές του δοκιμαστηρίου. Έχει παρατηρηθεί ότι για τη συμπεριφορά της τήξης στο δοκιμαστήριο παρουσιάζονται διαφορετικές ρυπάνσεις στην εστία. Στο DIN 51730, τονίζεται ότι η τέφρα ενός καυσίμου είναι μείγμα διαφόρων ανόργανων ενώσεων και κατά συνέπεια δεν παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο σημείο τήξης αλλά η τήξη λαμβάνει χώρα σε μια μικρή ή μεγάλη περιοχή θερμοκρασιών όπου η τέφρα μέχρι το σημείο ροής της περνάει από διάφορες καταστάσεις με διαφορετική συνεκτικότητα. Αυτός είναι ο κύριος λόγος που καθιστά αναγκαία την εξέταση και άλλων ιδιοτήτων προκειμένου να βγουν συμπεράσματα όσον αφορά την συμπεριφορά της τέφρας.

Οι εξετάσεις που θα πρέπει να γίνονται σε ένα καύσιμο προκειμένου να καθορισθεί το σύστημα καύσης είναι :

1. Στοιχειακή ανάλυση του καυσίμου-υγρασία, τέφρα,  $H_u$ .
2. Ανάλυση της τέφρας.

3. Συμπεριφορά της τέφρας σε υψηλές θερμοκρασίες τήξης (σε οξειδωτική ατμόσφαιρα).
4. Κατανομή κόκκων του φυσικού καυσίμου.
5. Προσδιορισμός της συμπεριφοράς στην κονιοποίηση (κατά Hardgrove).
6. Εξέταση του καυσίμου για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητάς του σε ξυλίτη και άργιλο.
7. Δοκιμές ξήρανσης, κονιοποίησης και προσδιορισμός της ποιότητας κονιοποίησης (60% του βάρους, να παραμένει σε κόσκινο 0,09mm).

Ρύπανση της επιφάνειας του θαλάμου καύσης μπορεί να παρουσιασθεί όταν μέρος των σωματιδίων της τέφρας έχουν τέτοια συνεκτικότητα ώστε να κολλούν στα τοιχώματα των σωλήνων και τότε πάνω σε αυτά τα σωματίδια να σχηματίζεται κάποιο στρώμα επικαθίσεων το πάχος του οποίου αυξάνει μέχρις ότου να φτάσει η επιφάνεια στην φάση της τήξης. Στην περιοχή ακτινοβολίας, στην εστία δηλαδή η ρύπανση των επιφανειών δημιουργείται από τις επικαθήσεις τήγματος της τέφρας, ενώ στις περιοχές που η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με επαφή και μεταφορά π.χ. υπερθερμαντήρες, παρουσιάζεται πουρί το οποίο κολλάει στην επιφάνεια των σωλήνων όπως η ρύπανση της εστίας έτσι και αυτή των επιφανειών του υπερθερμαντήρα προέρχεται από τα ανόργανα συστατικά της τέφρας και επηρεάζεται από τις θερμοκρασίες που επικρατούν στην περιοχή της καύσης και στις επιφάνειες των σωλήνων.

Τα περιεχόμενα αλκάλια που βρίσκονται στην τέφρα και σε θερμοκρασία καύσης, ατμοποιούνται και συμπυκνώνονται σε ψυχρές περιοχές και δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την ρύπανση των επιφανειών, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας των σωληνώσεων και την δημιουργία πρόσθετης αντίστασης στη ροή της θερμότητας που προήλθε από το στρώμα ρύπανσης. Πρώτη εκτίμηση της συμπεριφοράς της τέφρας αποτελεί η περιεκτικότητά της σε  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Ο χαρακτηριστικός αριθμός των αλκαλίων

$$A = (\text{Na}_2\text{O} + 0,659\text{K}_2\text{O}) \cdot \frac{\text{Περιεκτικότητα σε τέφρα}}{100} \quad (4)$$

χαρακτηρίζει την συμπεριφορά της τέφρας και της καύσης.

Πίνακας 5.2<sup>[5]</sup>

RF	Τάσεις για ρύπανση	Na <sub>2</sub> O στην τέφρα	Αριθμός Αλκαλίων Α
<0,2	Μικρή	<0,5	<0,3
0,2-0,5	Μέση	0,5-1	0,3-0,45
0,5-1	Υψηλή	1-2,5	0,45-0,6
>1	Πολύ υψηλή	>2,5	<0,6

Όπου RF: η σχέση βασικά/όξινα συστατικά της τέφρας.

$$RF = \frac{Fe_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O + K_2O}{SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2} \cdot Na_2O \quad (5)$$

Οι εμπειρικές αυτές παρατηρήσεις και θεωρίες προσδιορίζουν με απλή μορφή τα πολύπλοκα φαινόμενα και τις διεργασίες που δημιουργούν τις ρυπάνσεις των επιφανειών.

## 5.7 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΡΥΠΩΝ ΛΟΓΩ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ <sup>[6,24,26]</sup>

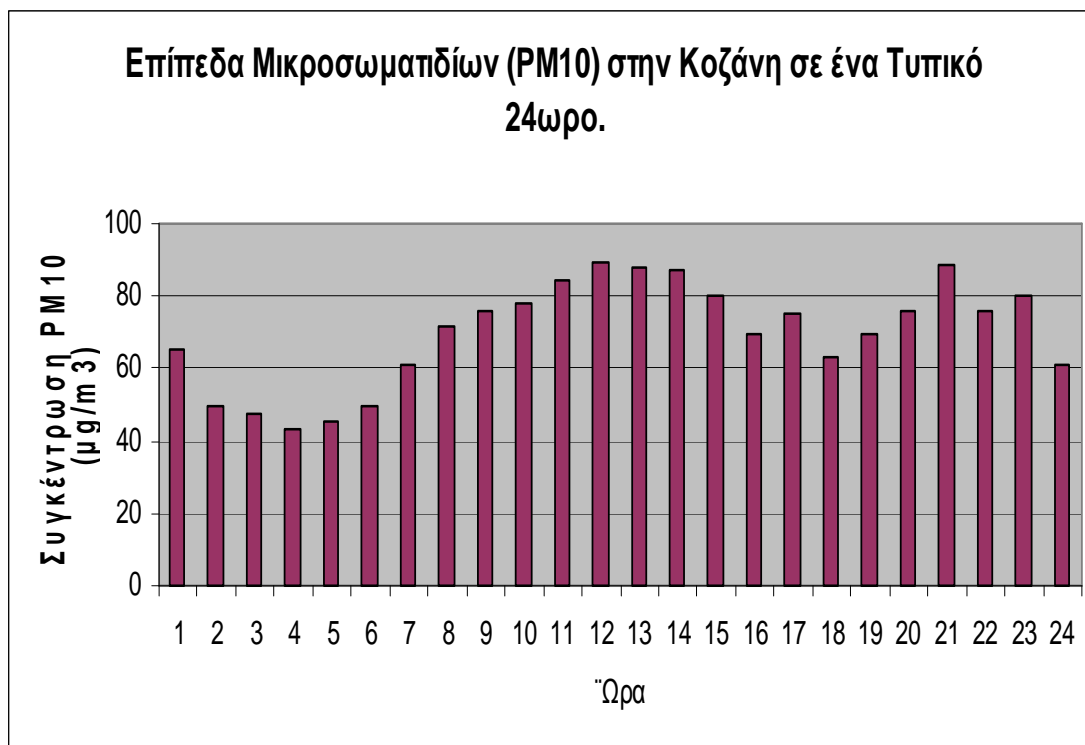
Μπορεί οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τη χρήση του λιγνίτη να αποτελούν μείζον πρόβλημα για τη χώρα, σε τοπικό επίπεδο όμως είναι οι κλασικοί ρύποι που ενδιαφέρουν, μιας και επηρεάζουν αρνητικά την καθημερινότητα των ανθρώπων που διαβιούν και αυτών που εργάζονται κοντά στα ορυχεία και τους λιγνιτικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Μητρώο Βιομηχανικών Εκπομπών (EPER) το 2001 που είναι και η μοναδική χρονιά που υπάρχουν δημοσιευμένα στοιχεία, οι λιγνιτικοί σταθμοί της ΔΕΗ εξέπεμψαν τις εξής ποσότητες ρύπων :

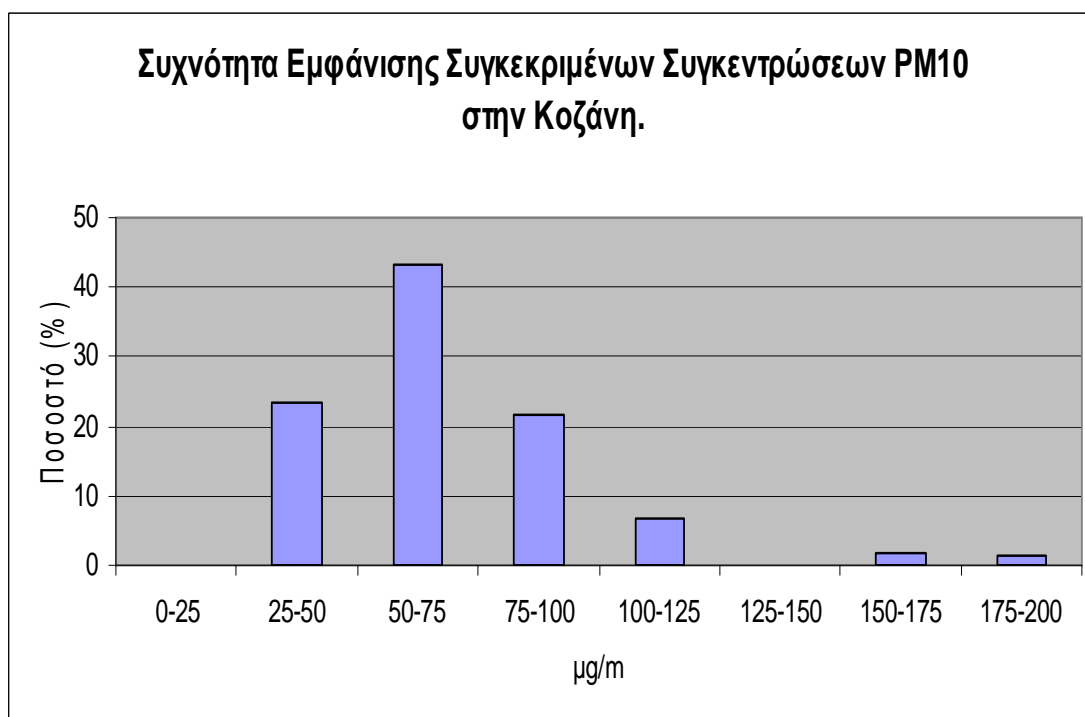
Πίνακας 5.3 <sup>[6]</sup> Εκπομπές ρύπων από τους λιγνιτικούς σταθμούς για το 2002  
(σε τόνους)

<b>ΑΗΣ</b>	<b>Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)</b>	<b>Οξείδια αζώτου (NO<sub>x</sub>)</b>	<b>Διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>)</b>	<b>Μικροσωματίδια (PM<sub>10</sub>)</b>
<b>Αγ. Δημητρίου</b>	5.100	19.800	23.600	6.380
<b>Αμυνταίου</b>	3.270	6.000	24.200	1.280
<b>Καρδιάς</b>	2.160	15.800	17.200	4.350
<b>Πτολεμαΐδας</b>	1.690	7.200	9.300	2.550
<b>Μεγαλόπολης Α</b>	13.200	4.100	161.000	4.420
<b>Μεγαλόπολης Β</b>	1.480	3.760	27.900	186

Τα διαφορετικά επίπεδα εκπομπών έχουν να κάνουν με τις διαφορές που υπάρχουν στα συστήματα αντιρρύπανσης των διάφορων σταθμών παραγωγής ενέργειας. Εκτός από τους ρύπους από τις καμινάδες των λιγνιτικών σταθμών εκλύονται και άλλοι τοξικοί ρύποι που δεν καταγράφονται συστηματικά στους σταθμούς.



Σχήμα 5.2. Συγκεντρώσεις μικρο σωματιδίων (PM<sub>10</sub>) στην Κοζάνη. <sup>[6]</sup>



Σχήμα 5.3. Συχνότητα εμφάνισης σωματιδίων στην Κοζάνη. <sup>[6]</sup>

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά σταθμό για το έτος 2005.



Πίνακας 5.5 <sup>[6,13]</sup>

<b>Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις λιγνιτικές μονάδες το 2005</b>	
<b>(σε τόνους)</b>	
ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου	13.629.229
ΑΗΣ Καρδιάς	9.815.429
ΑΗΣ Αμυνταίου	5.124.545
ΑΗΣ Πτολεμαΐδας	3.487.897
ΑΗΣ Μελίτης (Φλώρινας)	1.955.721
ΑΗΣ ΛΚΔΜ (ΛΙΠΤΟΛ)	358.515
<i>Σύνολο Βόρειας Ελλάδας</i>	<i>34.371.336</i>
ΑΗΣ Μεγαλόπολης (μονάδες I, II, III)	5.518.005
ΑΗΣ Μεγαλόπολης (μονάδα IV)	3.151.497
<i>Σύνολο Νότιας Ελλάδας</i>	<i>8.669.502</i>
<b>Γενικό σύνολο</b>	<b>43.040.838</b>

## **5.8 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΛΟΓΩ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΗ <sup>[6]</sup>**

Σύμφωνα με έκθεση της Greenpeace στα οξύτατα περιβαλλοντικά προβλήματα των περιοχών αυτών που έχουν τα προβλήματα από τους ρύπους, υπάρχουν και άμεσες επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων τους, όπου μετά από πρόσφατη επιδημιολογική μελέτη που έγινε σε 3.559 παιδιά ηλικίας 9-12 ετών στην περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας έδειξε τις βλαβερές συνέπειες που έχει η έκθεση σε ρύπους κοντά σε λιγνιτικούς σταθμούς όπου εμφάνισαν συμπτώματα μεγαλύτερα σε συχνότητα εμφάνισης ρινίτιδας και βρογχίτιδας. Οι υψηλότερες συχνότητες παρατηρήθηκαν στην Πτολεμαΐδα, με την Κοζάνη και τη Φλώρινα να βρίσκονται πολύ κοντά, εξέτασαν όμως και άλλες αιτίες παθήσεων του αναπνευστικού και κατέληξαν πως η βιομηχανικής προέλευσης επιβάρυνση ευθύνεται για τα υψηλά επίπεδα επιπλοκών σ' αυτές τις περιοχές. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει ορισμένα στοιχεία για τις τρεις αυτές περιοχές.

Πίνακας 5.6<sup>[6]</sup> Συχνότητα παθήσεων του αναπνευστικού σε παιδιά της Δυτικής Μακεδονίας.

Σύμπτωμα	Πτολεμαΐδα	Κοζάνη	Φλώρινα
Ρινίτιδα	40,3%	35,2%	39,2%
Άσθμα	6,9%	5,4%	6,2%
Λοιμώδης βρογχίτιδα	12,1%	8,1%	10,1%
Οξεία βρογχίτιδα	17%	12,3%	14,1%

Για σύγκριση, η συχνότητα ρινίτιδας και λοιμώδους βρογχίτιδας στα παιδιά των Γρεβενών που δεν επηρεάζονται από τη βιομηχανική ρύπανση είναι 21,2% και 6,7% αντίστοιχα.

Σε άλλες αντίστοιχες μελέτες σε άλλες χώρες, έδειξαν ότι στις ΗΠΑ για παράδειγμα 23.600 άτομα χάνουν πρόωρα τη ζωή τους λόγω των εκλυόμενων μικροσωματιδίων από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με ορυκτά καύσιμα και κυρίως άνθρακα. Η μέση μείωση του ορίου ζωής λόγω αυτής της αιτίας εκτιμάται σε 14 χρόνια, ενώ η οικονομική αποτίμηση των επιπτώσεων ανέρχεται σε 167,3 δις δολάρια ετησίως.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα αποτελέσματα της έκθεσης σε μικροσωματίδια στις ΗΠΑ:

Πίνακας 5.7<sup>[6]</sup>

Συνέπεια	Αριθμός ετήσιων περιστατικών
Θνησιμότητα	23.600
Εισαγωγή σε νοσοκομείο	21.850
Επείγουσα επίσκεψη σε ιατρείο λόγω κρίσης άσθματος	26.000
Καρδιακά επεισόδια	38.200
Χρόνια βρογχίτιδα	16.200
Κρίσεις άσθματος	554.000
Απώλεια ημερών εργασίας	3.186.000

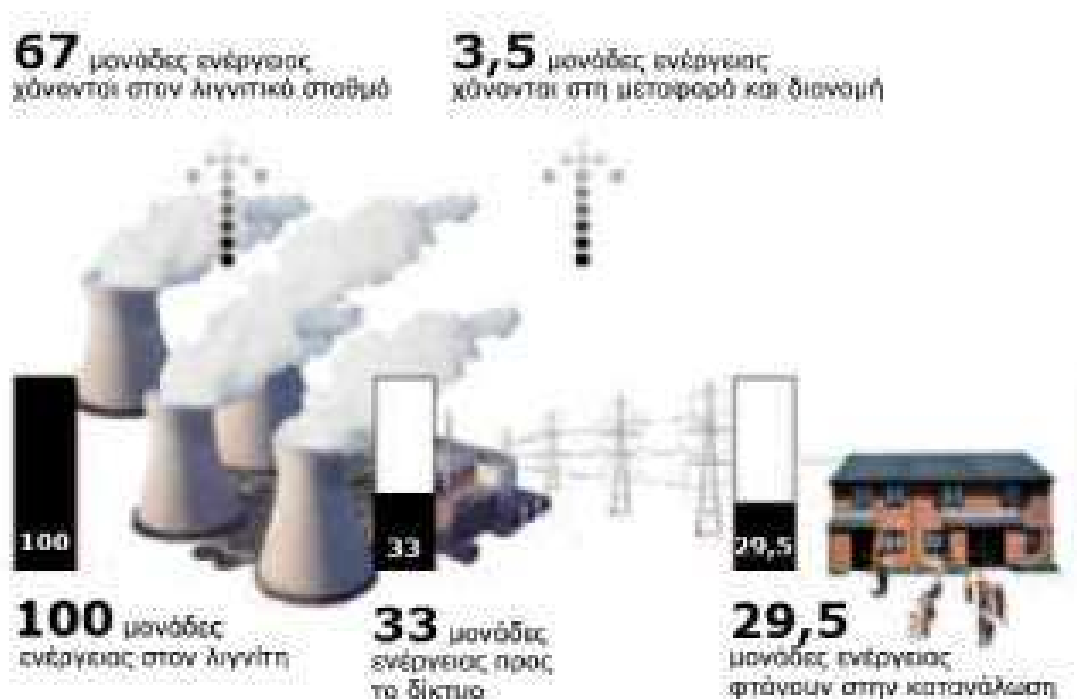
## 5.9 ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ <sup>[6]</sup>

Η χρήση του άνθρακα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ξεκίνησε στα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα, οι πρώτοι σταθμοί είχαν ένα πολύ μικρό βαθμό απόδοσης ίσο με 1% πράγμα που σήμαινε ότι χρειαζόταν 12,3 κιλά άνθρακα για την παραγωγή μιας μόνο κιλοβατώρας, όπου την ίδια στιγμή εκλύονταν στην ατμόσφαιρα 37 κιλά διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Τα πράγματα όμως άλλαξαν από τότε και η αποδοτικότητα των σταθμών βελτιώθηκε για να φτάσει ένα αιώνα αργότερα κατά μέσο όρο στο 31% σε διεθνές επίπεδο και σε άλλες πιο εξελιγμένες μονάδες κατάφεραν να φτάσουν το 47% περίπου. Οι γεωγραφικές διαφορές του βαθμού απόδοσης είναι κάτι παραπάνω από εμφανείς και εκφράζουν σε μεγάλο βαθμό το διαφορετικό επίπεδο τεχνολογικής ανάπτυξης των διαφόρων χωρών.

πίνακας 5.8<sup>[6]</sup>

<b>Οι γεωγραφικές ανισορροπίες της οικονομίας του άνθρακα [25]</b>			
<b>Χώρα</b>	<b>Μέσος βαθμός απόδοσης</b>	<b>g c<sub>eq</sub>/kWh</b>	<b>Hu (kJ/kg)</b>
<b>Κίνα-Ρωσία</b>	23%	534	1.600
<b>Κόσμος</b>	31%	396	1.188
<b>Γερμανία</b>	38%	323	969
<b>Βέλτιστη τεχνολογία (μελλοντικά)</b>	55%	223	669

\* C<sub>eq</sub> = ισοδύναμος άνθρακας (για να υπάρχει ένα κοινό μέτρο σύγκρισης όλων των μορφών άνθρακα).



Σχήμα 3.15. Απώλειες συστήματος ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο λιγνίτη.<sup>[6]</sup>

Στην Ελλάδα ένας τυπικός βαθμός απόδοσης των λιγνιτικών μονάδων είναι γύρω στο 33%, ενώ αρκετά χαμηλή είναι η θερμογόνος δύναμη του ελληνικού λιγνίτη ιδίως αυτού της Μεγαλόπολης που συνεπάγεται μαζί με αυτό και χαμηλό βαθμό απόδοσης ο οποίος πέφτει σε μερικές περιπτώσεις στο 28%. Αποτέλεσμα αυτού του χαμηλού βαθμού απόδοσης είναι οι υψηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> από τις λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.<sup>[6]</sup>

Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε γραμμάρια ανά κιλοβατώρα, g CO<sub>2</sub>/kWh, από την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.<sup>[6]</sup>

Πίνακας 5.9<sup>[6]</sup>

Λιγνίτης Βορρά	1.310
Λιγνίτης Νότου	1.490
Λιγνίτης - μέσος όρος χώρας	1.346
<b>Για σύγκριση</b>	
Πετρέλαιο	750
Φυσικό αέριο	430

Άλλες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για κάθε πρωτεύουσα χώρας μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης (σε τόνους) είναι παρακάτω.

Πίνακας 5.9<sup>[6]</sup>

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>ΕΥ (25)</b>	8.6	8.4	8.3	8.3	8.6	8.4	8.4	8.2	8.2	8.4	8.3	8.5
<b>ΕΥ (15)</b>	8.5	8.3	8.2	8.3	8.5	8.3	8.4	8.3	8.3	8.5	8.5	8.6
<b>Βέλγιο</b>	11.2	11.0	11.2	11.2	11.6	11.0	11.5	11.0	11.1	11.1	10.9	11.2
<b>Γσεχία</b>	13.2	12.7	12.3	12.4	12.6	13.0	12.1	11.4	12.1	11.9	11.5	11.3
<b>Δανία</b>	10.7	11.2	11.8	11.2	13.7	11.7	11.0	10.3	9.5	9.7	9.7	10.6
<b>Γερμανία</b>	11.2	11.0	10.8	10.7	11.0	10.6	10.5	10.1	10.2	10.3	10.2	10.2
<b>Εσθονία</b>	16.8	13.6	14.5	13.3	14.2	14.3	12.9	11.9	12.0	12.3	12.5	13.9
<b>Ελλάδα</b>	7.5	7.5	7.6	7.5	7.7	8.0	8.4	8.3	8.8	9.0	8.9	9.2
<b>Ισπανία</b>	5.7	5.4	5.7	5.9	5.6	6.1	6.2	6.8	7.0	7.0	7.3	7.2
<b>Γαλλία</b>	6.7	6.4	6.3	6.3	6.6	6.5	6.8	6.6	6.4	6.5	6.4	6.4
<b>Ιρλανδία</b>	8.7	8.5	8.8	9.0	9.3	9.7	10.2	10.6	10.9	11.2	10.8	10.5
<b>Ιταλία</b>	7.0	7.0	6.9	7.3	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7	7.8	7.7	7.9
<b>Κύπρος</b>	7.7	8.0	7.9	7.8	8.1	8.2	8.5	8.4	8.6	8.4	8.5	8.8
<b>Λάτβια</b>	5.0	4.6	4.4	3.5	3.6	3.5	3.3	3.0	2.8	3.0	3.0	3.0
<b>Λιθουανία</b>	8.4	7.7	7.0	6.3	5.6	4.8	4.1	3.9	3.7	3.5	3.1	3.2
<b>Λουξεμβούργο</b>	27.1	27.5	28.6	22.1	22.1	19.0	16.6	18.0	18.9	19.4	21.1	22.1
<b>Ουγγαρία</b>	5.7	5.8	5.7	5.6	5.7	5.6	5.6	5.6	5.3	5.5	5.4	5.7
<b>Μάλτα</b>	6.1	6.1	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.5	6.3	6.1	6.3	6.2
<b>Ολλανδία</b>	10.0	10.3	10.2	10.4	10.8	10.3	10.4	10.0	10.1	10.4	10.3	10.4
<b>Αυστρία</b>	6.7	6.7	6.7	7.0	7.5	7.4	7.4	7.2	7.2	7.6	7.7	8.3
<b>Πολωνία</b>	9.4	9.2	9.4	8.8	9.4	9.1	8.5	8.3	7.9	8.0	7.8	8.1
<b>Πορτογαλία</b>	4.5	4.4	4.4	4.7	4.4	4.7	5.1	5.8	5.6	5.6	5.9	5.5
<b>Σλοβενία</b>	6.4	6.7	6.6	7.0	7.4	7.6	7.5	7.2	7.2	7.7	7.7	7.5
<b>Σλοβακία</b>	8.6	8.1	7.4	7.7	7.7	7.8	7.4	7.2	6.7	7.6	7.5	7.4
<b>Φιλανδία</b>	10.4	10.4	11.5	10.9	11.9	11.7	11.1	11.0	10.6	11.7	12.0	13.5
<b>Σουηδία</b>	5.9	5.8	6.0	5.9	6.3	5.8	5.9	5.6	5.3	5.4	5.5	5.6

<b>Μεγάλη Βρετανία</b>	9.7	9.4	9.2	9.0	9.3	8.9	9.0	8.8	8.8	9.1	8.9	9.1
<b>Βουλγαρία</b>	6.7	7.0	6.7	7.1	6.9	6.8	6.2	5.7	5.7	6.0	5.7	6.3
<b>Ρουμανία</b>	5.0	5.0	4.9	5.0	5.3	4.7	4.1	3.6	3.7	3.9	4.3	4.5
<b>Ισλανδία</b>	6.7	6.9	6.7	6.6	7.0	7.1	6.9	6.9	6.4	6.3	6.4	6.2
<b>Νορβηγία</b>	6.0	6.2	6.5	6.4	7.0	7.0	7.0	7.0	6.7	7.2	7.2	7.6

### 5.10 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΗ <sup>[6,26,27]</sup>

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με λιγνίτη όπως γίνεται σήμερα στη χώρα μας αλλά και σε άλλες χώρες παρουσιάζει προβλήματα, τα προβλήματα αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν με δύο τρόπους:

- Με την κατασκευή νέων λιγνιτικών σταθμών υψηλότερης απόδοσης.
- Με την πιθανή δέσμευση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται.

Η ενεργειακά αποδοτική τεχνολογία σήμερα είναι η υπερκρίσιμη μονάδα κονιορτοποιημένου άνθρακα, η οποία φτάνει σε βαθμούς απόδοσης 43-45% για καύσιμο άνθρακα και 41-43% για καύσιμο λιγνίτη. Άλλες διαθέσιμες τεχνολογίες είναι της καύσης ανακυκλοφορούσας ρευστοποιημένης κλίνης (CFBC) ή ρευστοποιημένης κλίνης υπό πίεση (PFBC). Οι τελευταίες είναι πιο πολύπλοκες και ακριβές τεχνολογίες. Μια πιο πρόσφατη τεχνολογία είναι του Συνδυασμένου Κύκλου με Ενσωματωμένη Εξαέρωση (IGCC), όπου η τεχνολογία αυτή μπορεί να πετύχει βαθμούς απόδοσης έως και 45% με χαμηλότερες εκπομπές ρύπων. <sup>[26]</sup>

Επειδή η βιομηχανία άνθρακα ξέρει πως οι εκπομπές αυτές αποτελούν το αδύνατο σημείο χρήσης του καταβάλλουν διάφορες προσπάθειες για να μετριαστεί αυτό το πρόβλημα. Πρώτον, με το να δεσμεύσει κανείς το CO<sub>2</sub> στους ίδιους τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς και δεύτερον με το να αποθηκευτεί το δεσμευμένο CO<sub>2</sub> σε υπόγειους ταμιευτήρες. Οι κυριότερες εμπορικές ή υπό ανάπτυξη

τεχνολογίες δέσμευσης CO<sub>2</sub> σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες<sup>[28]</sup>:

- Διαχωρισμός διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> από το καυσαέριο.
- Καύση σε συνθήκες καθαρού οξυγόνου.
- Παραγωγή καυσίμου που δεν περιέχει άνθρακα.

Με τις τεχνολογίες αυτές μπορεί να μειωθούν οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> κατά 85% περίπου και αν αφήσει κανείς και το μεγάλο κόστος εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών δεν μπορεί παρά να σημειώσει μία παράπλευρη απώλεια που αφορά στην αποδοτικότητα του σταθμού. Η καύση με συνθήκες καθαρού οξυγόνου μειώνει την απόδοση του λιγνιτικού σταθμού κατά 10,5 μονάδες περίπου, ενώ η έκπλυση με αμίνη κατά 11,5 μονάδες. Αυτό σημαίνει ότι η απόδοση του σταθμού μπορεί να πέσει και κάτω από το 25%.<sup>[28]</sup>

Δεσμεύοντας το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> μπορεί αυτό να αποθηκευτεί σε κατάλληλους υπόγειους ταμιευτήρες και να γίνει η μεταφορά του θεωρητικά με φορτηγά, τρένα, πλοία ή ακόμα και με αγωγούς που αποτελούν και την πιο κατάλληλη λύση για τις τεράστιες ποσότητες για τις οποίες συζητάμε. Οι γεωλογικοί χώροι υπόγειας αποθήκευσης που μπορούν θεωρητικά να υποδεχθούν το δεσμευμένο διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> είναι ενεργοί ή μη ταμιευτήρες πετρελαίου και φυσικού αερίου, αλατούχοι υδροφόροι ορίζοντες μεγάλου βάθους, όπως ακόμα και κοιτάσματα μη εξορυγμένου γαιάνθρακα. Άλλες εναλλακτικές λύσεις είναι στη θάλασσα σε μεγάλα βάθη και η αποθήκευση μέσω ορυκτοποίησης.

Για την Ελλάδα, οι πιθανοί χώροι ταμιευτήρες είναι στην περιοχή του Πρίνου με χωρητικότητα 17 εκατ. τόνων, καθώς και ορισμένοι άλλοι υδροφόροι ορίζοντες όπως στην Αλεξάνδρεια και το Λουδία με χωρητικότητα 2,2 δις τόνων.<sup>[29]</sup>

Κανείς όμως δεν μπορεί να εγγυηθεί τη στεγανότητα αυτών των γεωλογικών σχηματισμών και πόσο μάλλον σε μια χώρα σεισμογενή όπως είναι η Ελλάδα. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Τέξας (2006) έδειξε ότι δεν υπάρχουν και πολλά περιθώρια αισιοδοξίας γιατί η έγχυση CO<sub>2</sub> σε ταμιευτήρες πετρελαίου είχε σαν

αποτέλεσμα την οξίνιση των πετρωμάτων και τη συνακόλουθη διάλυσή τους. Έτσι το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> μπορεί να διαφύγει είτε σε παρακείμενους υδροφορείς, είτε στην ατμόσφαιρα.

Οι εκτιμήσεις για τα κόστη είναι λίγο παρακινδυνευμένες σε ότι αφορά το κόστος της δέσμευσης του CO<sub>2</sub>, αλλά θα προσπαθήσουμε για να μπορέσουμε να καταλάβουμε το κόστος που έχει. Εκτιμάται σε 30-45 \$ ανά τόνο διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>, αν και στη βιβλιογραφία αναφέρονται τιμές γύρω στα 78 \$ ανά τόνο διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>. Αυτό μεταφράζεται σε αύξηση του κόστους παραγωγής κατά 0,025-0,065 €/kWh, δηλαδή μιλάμε για διπλασιασμό του κόστους της παραγόμενης κιλοβατώρας. Το κόστος μεταφοράς εκτιμάται σε 0,5 \$ ανά τόνο διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> και ανά 100 χιλιόμετρα, ενώ το κόστος αποθήκευσης ποικίλλει από 4 έως 40 \$ ανά τόνο διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> (ανάλογα με τη μέθοδο αποθήκευσης). Όλα αυτά μαζί μπορούν να επιβαρύνουν την τιμή της κιλοβατώρας διπλασιάζοντας το κόστος για τον τελικό καταναλωτή.<sup>[30-34]</sup>

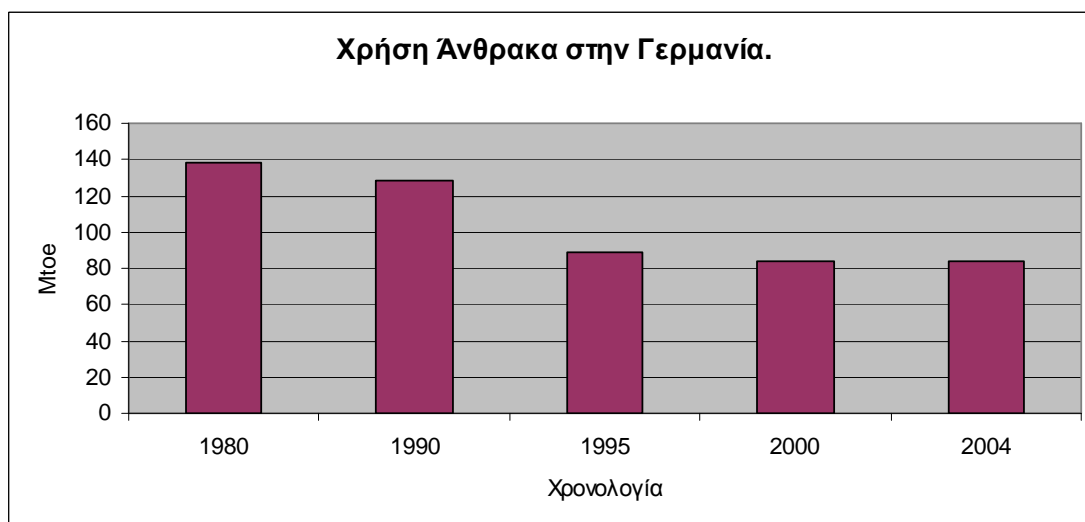
Η Βρετανία για παράδειγμα,<sup>[6]</sup> μείωσε την εξάρτησή της από τον άνθρακα κατά το 1/3 μέσα σε μία μόνο δεκαετία 1990-2000. Πολλοί πιστεύουν ότι η αποδέσμευση αυτή έγινε τόσο γρήγορα γιατί η Βρετανία αντικατέστησε τον άνθρακα με πυρηνικά. Ωστόσο, η αποδέσμευση αυτή από τον άνθρακα έγινε κυρίως με αύξηση της αποδοτικότητας και με την στροφή της χώρας στο φυσικό αέριο. Την ίδια περίοδο που η Βρετανία έστρεψε την πλάτη της στον άνθρακα έκλεινε ταυτόχρονα και πυρηνικούς σταθμούς, από το 1988 έκλεισε συνολικά 12 παλιούς πυρηνικούς σταθμούς και άνοιξε μόλις έναν το 1995. Η συνολική πυρηνική ισχύς μειώθηκε την ώρα που έπεφτε παράλληλα και η ανθρακική ισχύς. Η Βρετανία έχει βάλει στόχο να αποδεσμευτεί πλήρως από τον άνθρακα μέσα στην επόμενη δεκαετία.





Σχήμα 5.4. Διαδοχική μείωση της χρήσης του λιγνίτη στην Βρετανία. <sup>[6]</sup>

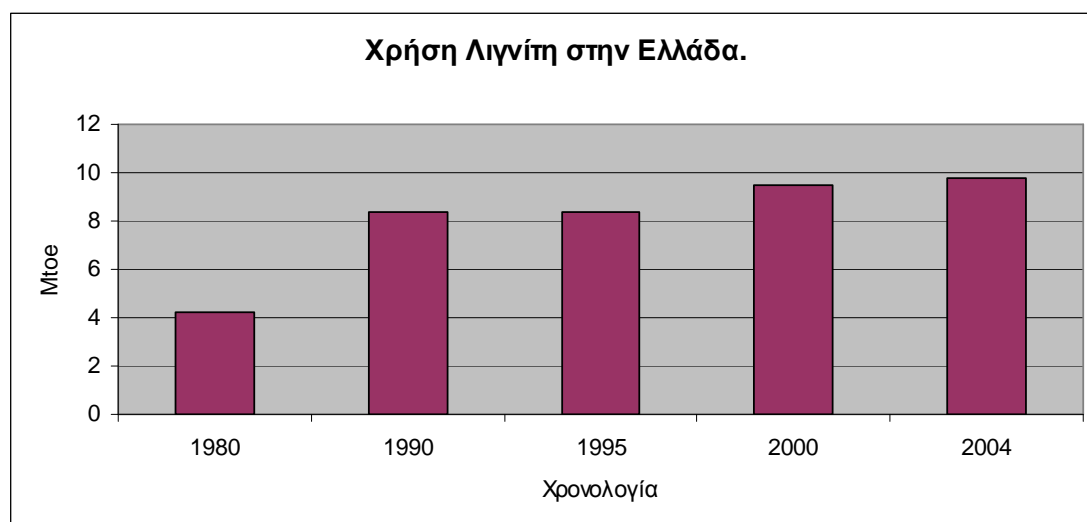
Ακόμη και η Γερμανία που είναι η κυρίαρχη χώρα της βιομηχανίας του άνθρακα στην Ευρώπη και ο μεγαλύτερος παραγωγός λιγνίτη μείωσε την χρήση του άνθρακα κατά το 1/3 από το 1990. Αν λοιπόν η Γερμανία αποφάσισε να κάνει τη στροφή από τον άνθρακα τότε το τέλος της βιομηχανίας του άνθρακα είναι αναπόφευκτο τουλάχιστον στην Ευρώπη αφού θα παρασύρει και τις άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης μαζί της.



Σχήμα 5.5. Χρήση του λιγνίτη στην Γερμανία. <sup>[6]</sup>

Εκτός από τη Γερμανία οι χώρες εκείνες που κρατούν ζωντανή τη βιομηχανία του άνθρακα διεθνώς είναι οι ΗΠΑ και οι αναδυόμενες Ασιατικές οικονομίες. Στις

ΗΠΑ, το όνομα του άνθρακα όχι μόνο παραμένει ισχυρό αλλά επέβαλε και τις απόψεις του στην αμερικανική κυβέρνηση η οποία πήρε αντίθετη θέση απέναντι στο Κιότο. Η ΗΠΑ και η Αυστραλία που δεν υπέγραψαν στην συμφωνία είναι σημαντικοί παραγωγοί και χρήστες άνθρακα, αλλά και η Ελλάδα η οποία αύξησε την παραγωγή λιγνίτη κατά 35% από το 1990, έτος βάσης για το Πρωτόκολλο του Κιότο, αύξησε παράλληλα και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 30,9% την περίοδο 1990-2004. Αν λοιπόν συνυπολογίσει κανείς ότι ο συντελεστής εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> ανά παραγόμενη κιλοβατώρα βελτιώθηκε την αντίστοιχη περίοδο κατά 13% περίπου, είναι θέμα αριθμητικής να βρει ότι η αποτυχία της Ελλάδας να περιορίσει τις εκπομπές οφείλεται στην εμμονή της να χρησιμοποιεί λιγνίτη στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



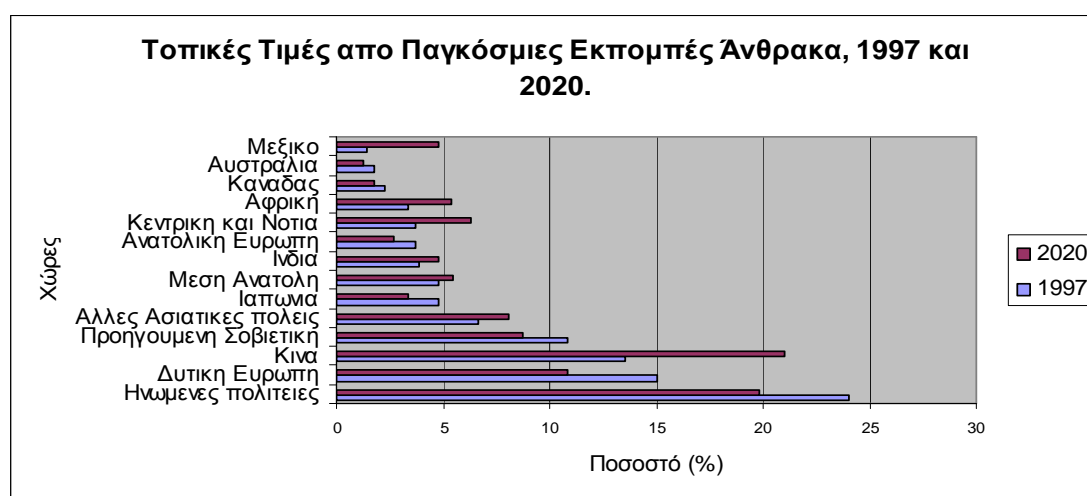
Σχήμα 5.6. Διαδοχική αύξηση της χρήσης του λιγνίτη στην Ελλάδα. <sup>[6]</sup>

Αντιμέτωπη με αυτήν την κατάσταση βρίσκεται και η ενεργειακή βιομηχανία στην Ελλάδα η οποία αρχίζει να κινείται προς όλες τις κατευθύνσεις. Από την μια η ΔΕΗ ξέρει πως χρειάζεται αλλαγή πορείας και ανακοινώνει την κατασκευή σταθμού με καύσιμο φυσικό αέριο στη Μεγαλόπολη αφού ο εκεί λιγνιτικός σταθμός δεν λειτουργεί καλά λόγω παλαιότητας, αλλά από την άλλη ο αγωγός του φυσικού αερίου δεν έχει φτάσει ακόμη στη Μεγαλόπολη και η αλλαγή καυσίμου δεν προβλέπεται ως το 2010.

Επίσης, στο πλαίσιο του νέου επιχειρησιακού προγράμματος η ΔΕΗ εξήγγειλε την ανάπτυξη έως και 1.600 MW ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μαζί με άλλες εταιρίες σε μια προσπάθεια αλλαγής της πορείας αφού μέχρι πρόσφατα δεν πίστευε

σε αυτήν την προοπτική και ενώ φαίνεται να κινείται προς αυτήν την κατεύθυνση η ΔΕΗ και να κατανοεί ότι δεν μπορεί να ελπίζει σε περαιτέρω ανάπτυξη του λιγνίτη, το κενό που αφήνει έρχονται να καλύψουν άλλοι ενεργειακοί όμιλοι οι οποίοι θέλουν νέους λιγνιτικούς σταθμούς στη Φλώρινα, την Ελασσόνα και τη Δράμα. Αν πραγματοποιηθούν αυτά τα σχέδια η χώρα θα μείνει εκτός πορείας για μια ενεργειακή οικονομία χαμηλού άνθρακα και θα υποστεί μακροπρόθεσμα τις περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές συνέπειες αυτής της επιλογής.

## 5.11 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ



Σχήμα 5.7. Αύξηση των ρύπων από το 1997 ως το 2020. <sup>[19]</sup>

- Σε σύγκριση με όλες τις χώρες οι μεγαλύτεροι καταναλωτές λιγνίτη είναι η Αμερική και η Κίνα, όπου και οι δύο χώρες έχουν τη μεγαλύτερη εκπομπή ρύπων εκπέμποντας το 24% και το 13% του συνόλου αντίστοιχα.
- Ενώ οι αναπτυγμένες χώρες προβλέπεται να μειώσουν τους ρύπους τους οι αναπτυσσόμενες χώρες προβλέπεται να τους αυξήσουν και να τους διπλασιάσουν.
- Οι εκπεμπόμενοι ρύποι προβλέπεται να αυξηθούν στην Κίνα κατά 836 εκατομμύρια τόνους μεταξύ του 1990 και του 2010, ενώ άλλοι 634 εκατομμύρια τόνοι προβλέπεται να προστεθούν στο διάστημα μεταξύ 2010 και 2020.

- Οι περιοχές της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής αναμένεται να αυξήσουν τους παραγόμενους ρύπους τους και αυτό γιατί οι χώρες αυτές ιστορικά στηρίχθηκαν στην υδροηλεκτρική ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και αυτό προκάλεσε σημαντικά προβλήματα ιδίως σε περιόδους ξηρασίας. Έτσι λοιπόν για να ανεξαρτητοποιηθούν από αυτά τα φαινόμενα στράφηκαν στη χρήση λιγνίτη αλλά και του πετρελαίου. Τέλος, η μεγάλη αύξηση των πετρελαιοκίνητων μέσων μεταφοράς προκάλεσε αύξηση κατά 174% των εκπεμπόμενων ρύπων από το 1997 ως το 2020 συγκρινόμενο με το 36% αύξησης των ρύπων στις Η.Π.Α.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

### ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ.

#### **6.1 ΜΕΡΙΜΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ**

Σήμερα ισχύουν ανώτατα όρια για τις βιομηχανίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκειμένου να περιοριστούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα και η αύξηση της θερμοκρασίας στον πλανήτη. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα παρέχεται στις εταιρείες ποσόστωση επιτρεπόμενων εκπομπών, δηλαδή επιτρέπεται σε εταιρείες με εκπομπές που υπερβαίνουν την ποσόστωσή τους να μπορούν να αγοράζουν ποσότητες εκπομπών από εταιρείες που δεν εξαντλούν την ποσόστωσή τους. Αυτό το μέτρο ενθάρρυνε την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας και παράλληλα ελάττωσε τη ρύπανση και συνέβαλε στην τήρηση των δεσμεύσεων που ανέλαβε η Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο για την αλλαγή του κλίματος.

#### **6.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΗ ΧΡΗΣΗ**

Για να ελαττωθεί η χρήση των ορυκτών καυσίμων η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευτεί να παράγει το 15% της ενέργειάς της από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως το 2015 και σχεδιάζει να εξοικονομήσει το 1% της ετήσιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας για εννέα χρόνια, με αρχή μέτρησης το 2007 επεκτείνοντας έτσι τη χρήση αποδοτικότερων από ενεργειακής άποψης και αποτελεσματικότερων ως προς το κόστος συστημάτων φωτισμού, θέρμανσης, ζεστού νερού, εξαερισμού και μεταφορών. Έχει παρατηρηθεί ότι οι οδικές μεταφορές καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες καυσίμων μέσα από την κυκλοφοριακή συμφόρηση και την καθημερινή μετακίνηση που γίνεται από και προς τους χώρους εργασίας προκαλώντας έτσι σπατάλη καυσίμων και ρύπανση της ατμόσφαιρας. Ως εκ τούτου, έχουν καίρια σημασία τόσο η αποδοτικότερη χρήση των μεταφορών, όσο και η ταχύτερη μεταστροφή στη μεγαλύτερη χρήση των δημόσιων μέσων μεταφοράς και των βιοκαυσίμων.

Ακόμα για την εξοικονόμηση ενέργειας η Ευρωπαϊκή Ένωση συμφώνησε σε πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και όρους πιστοποίησης των κτιρίων με υποχρεωτικές επιθεωρήσεις των καυστήρων και των συστημάτων κλιματισμού, καθώς και για τον ενεργοβόρο εξοπλισμό όπως είναι οι οικιακές συσκευές αλλά και όλα αυτά τα μέτρα που θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση της ενέργειας.

Στο παρελθόν αγορές φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούσαν διαφορετικά στρατόπεδα μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση όπου η προμήθεια και η διανομή βρίσκονταν στα χέρια μονοπωλίων, τώρα οι αγορές αυτές είναι ανοικτές στον ανταγωνισμό και απομακρύνονται τα εθνικά σύνορα στις αγορές ενέργειας και ο ανταγωνισμός που υπάρχει στην αγορά ενέργειας συμβάλλει στην αποδοτικότερη χρήση της.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση διευκολύνει τον ανταγωνισμό χρηματοδοτώντας τη σύνδεση απομονωμένων δικτύων και με βελτίωση των διασυνοριακών διασυνδέσεων τόσο εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσο και με προμηθεύτριες χώρες. Από την πλευρά τους οι προμηθευτές έχουν εγγυήσεις με βάση τον κανόνα της ενιαίας αγοράς ενέργειας ότι μπορούν να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο διανομής - μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και ότι οι επιβαρύνσεις πρόσβασης θα είναι ευνοϊκές.

Όλοι οι χρήστες είτε είναι επιχειρήσεις, είτε είναι ιδιώτες, είναι ελεύθεροι να επιλέξουν από που θα προμηθευτούν τον ηλεκτρισμό ή το φυσικό αέριο με αποτέλεσμα ο αυξημένος ανταγωνισμός να σημαίνει και αυξημένη προστασία, δηλαδή να υπάρχει διασφάλιση για την προστασία των καταναλωτών έτσι ώστε οι τελευταίοι να μην μένουν ποτέ χωρίς φως ή θέρμανση. Έτσι, εξασφαλίζεται ότι η μείωση του κόστους που θα προκύψει από τον ανταγωνισμό μεταξύ των προμηθευτών δεν θα οδηγήσει σε μείωση των επενδύσεων, ούτε στο να θεωρούνται οι καταναλωτές απομακρυσμένων περιοχών ή χαμηλού εισοδήματος πολύ ασήμαντοι και να μην καλύπτεται ο εφοδιασμός τους. Πάντα θα υπάρχει κάποιος να αναλάβει αμέσως τον εφοδιασμό σε περίπτωση χρεοκοπίας κάποιου προμηθευτή.

### **6.3 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟ 2000**

Από το 1997, η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθεί να επιτύχει τον γενικό της στόχο και να αυξήσει σε 12% το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 15 μέχρι το 2010, έναντι μεριδίου 5.2% που ήταν το 1995.

Η Επιτροπή είχε προτείνει από το 2000 αρκετά νομοθετικά μέτρα για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο έχουν εγκρίνει τις περισσότερες από αυτές τις προτάσεις ενώ οι υπόλοιπες βρίσκονται σε προηγμένο στάδιο διαθεσμικής διαδικασίας.

Οι νομοθετικές πράξεις που εγκρίθηκαν είναι οι εξής:

- Οδηγία 2001/77/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (EE L283/33, 27.10.2001)
- Οδηγία 2003/30/EK σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές (EE L123/42, 17.5.2003)
- Οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EE L1/65, 4.1.2003)
- Οδηγία 2004/8/EK για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας (EE L52/50, 21.2.2004)
- Οδηγία 2003/96/EK σχετικά με την αναδιάρθρωση του κοινοτικού πλαισίου φορολογίας των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας (EE 283/51, 31.10.2003)
- Οδηγία 2000/55/EK σχετικά με τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα στραγγαλιστικά πηνία που προορίζονται για τους λαμπτήρες φθορισμού (EE L279/33, 01.11.2000)
- Οδηγία 2002/40/EK της Επιτροπής για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών ηλεκτρικών φούρνων (EE L128/45, 15.05.2002)

- Οδηγία 2002/31/EK της Επιτροπής για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών κλιματιστικών (EE L86/26, 03.04.2003)
- Οδηγία 2003/66/EK της Επιτροπής όσον αφορά την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας για τα οικιακά ηλεκτρικά ψυγεία και τους καταψύκτες, καθώς και τους συνδυασμούς αυτών (EE L170/10, 09.07.2003)
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2422/2001 σχετικά με κοινοτικό πρόγραμμα επισήμανσης ενεργειακής απόδοσης για γραφειακό εξοπλισμό (EE L332/1, 15.12.2001)

Οι προτάσεις που βρίσκονται υπό εξέταση από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο είναι:

- COM (2003)453 της 01.08.2003 για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού για τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια
- COM (2003)739 της 10.12.2003 περί της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση και των ενεργειακών υπηρεσιών.



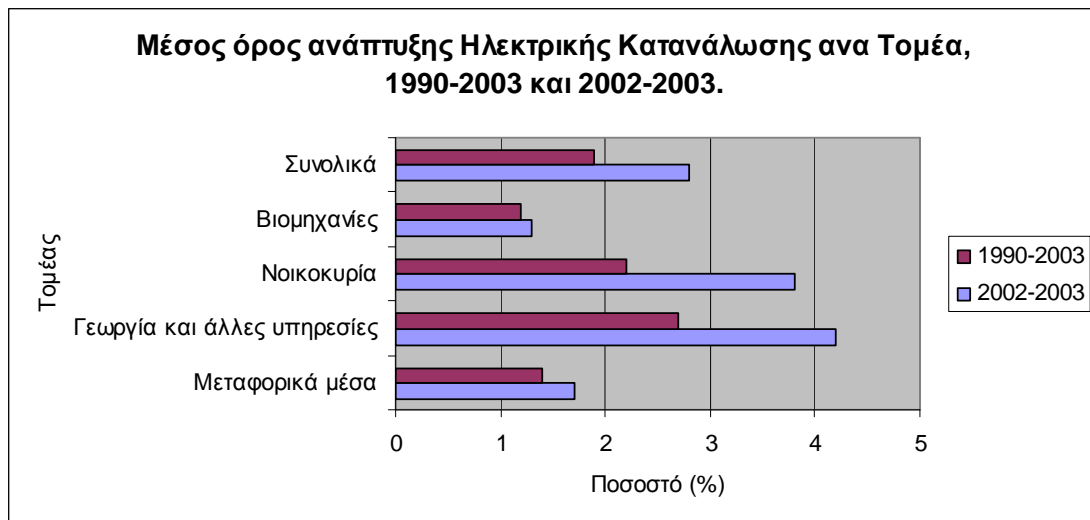
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>

### ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. <sup>[35,14,36,19]</sup>

Η ζήτηση για μεταφορές ιδιαίτερα οδικές αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς και με αρνητικές συνέπειες σε τομείς που έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με τη ζωή του ανθρώπου όπως είναι η μεταβολή του κλίματος και η κατανάλωση ενέργειας. Ο όγκος των εμπορευμάτων που μεταφέρονται αυξάνεται διαρκώς με σημαντικούς ρυθμούς και σε μερικές περιπτώσεις ταχύτερα από την οικονομία μερικών κρατών, ενδεικτικά οι αεροπορικές μεταφορές αυξάνονται με ρυθμό 6-9% ετησίως.<sup>[35]</sup>

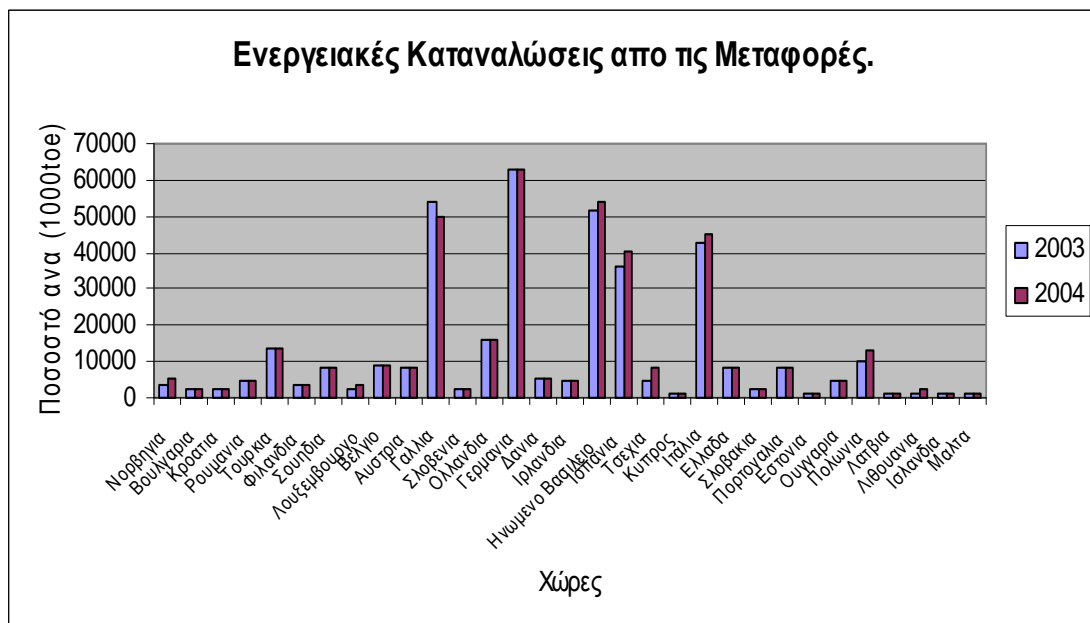
Η ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται μπορεί να οφείλεται σε διάφορους λόγους, ένας από αυτούς αποτελεί ο τομέας των μεταφορών, όπου εκπέμπονται οξείδια του αζώτου στην ατμόσφαιρα και καταστρέφουν το όζον μαζί με διάφορες άλλες καρκινογόνες πτητικές ουσίες αλλά και με μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), του κυριότερου από τα αέρια που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στις μεταφορές οφείλεται το 26% των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) για την Ευρωπαϊκή Κοινότητα και στον τομέα αυτόν από την οδική κυκλοφορία πηγάζει το 85% του συνόλου των εκπομπών.

Στη δεκαετία του 80 εμφανίσθηκε μια μικρή ελπίδα χάρη σε αυστηρότερα πρότυπα που επιβλήθηκαν στους κατασκευαστές αυτοκινήτων και οι εκπομπές αυτές έδειξαν να μειώνονται, το αποτέλεσμα όμως αντισταθμίστηκε αργότερα εξαιτίας της προτίμησης των καταναλωτών για αυτοκίνητα με μεγαλύτερη ισχύ και άρα μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, ενώ ταυτοχρόνως η οδική κυκλοφορία συνέχιζε να αυξάνεται.



Σχήμα 7.1. Κατανάλωση καυσίμων στην Ευρώπη των 25 σε διάφορους τομείς.<sup>[14, 36]</sup>

Όπως φαίνεται μέσα από την κατανάλωση καυσίμων στην Ευρώπη των 25, σχήμα 7.1, ο τομέας των μεταφορών καταναλώνει τόση ενέργεια σε καύσιμα όση και ο τομέας της βιομηχανίας ίσως και λίγο περισσότερο. Ενδεικτικά στο σχήμα 7.2 φαίνεται ότι η Ελλάδα έχει από τις μεγαλύτερες καταναλώσεις σε ποσότητες καυσίμων στον τομέα των μεταφορών όπου ξεπερνάει ακόμα και μεγάλες χώρες όπως είναι η Φιλανδία και η Αυστρία.



Σχήμα 7.2. Κατανάλωση καυσίμων στις μεταφορές.<sup>[21]</sup>

Εκτός από το φυσικό καύσιμο το πετρέλαιο, η κατανάλωση καυσίμων σε χιλιάδες γαλιόνια είναι για τις χρονολογίες 1992-2004 <sup>[19]</sup>.

Πίνακας 7.1<sup>[19]</sup>

<b>ΧΡΟΝΙΑ</b>	<b>ΠΙΕΣΜΕΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ</b>	<b>BENZIN Η</b>	<b>ΥΓΡΟΠΟΙΗ ΜΕΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ</b>	<b>ΠΡΟΠΑΝΙΟ (ΥΓΡΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΑΕΡΙΟ)</b>	<b>ΑΛΛΑ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>
<b>1992</b>	1,009	32,906	191	2,487	1,595	38,188
<b>1993</b>	1,579	37,928	474	2,098	5,172	47,251
<b>1994</b>	4,835	43,921	1,450	1,871	12,761	64,838
<b>1995</b>	10,740	42,769	2,236	3,686	12,039	71,470
<b>1996</b>	15,092	41,495	2,862	5,235	11,621	76,305
<b>1997</b>	23,906	41,547	4,030	5,150	8,736	83,369
<b>1998</b>	37,268	35,645	5,331	6,631	5,008	89,883
<b>1999</b>	44,398	32,699	7,672	5,604	2,719	93,092
<b>2000</b>	54,794	29,908	12,567	4,988	821	103,078
<b>2001</b>	66,215	26,606	13,765	4,702	800	112,088
<b>2002</b>	81,051	23,711	18,499	5,614	3,326	132,201
<b>2003</b>	100,071	22,740	15,794	5,548	2,213	146,365
<b>2004</b>	111,810	24,293	17,303	5,654	5,657	164,717
<b>2004 Συνολικά</b>	67.9%	14.7%	10.5%	3.4%	3.4%	100.0%

## 7.1 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ <sup>[21]</sup>

- Το 6% είναι ποσοστό ενέργειας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στόχος του είναι να αυξηθεί σε 12% μέχρι το 2010.
- Το 24,9% είναι ποσοστό εισαγωγών πετρελαίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 15 και προέρχεται από τη Μέση Ανατολή με 29,8%, αποτελεί το ποσοστό των εισαγωγών φυσικού αερίου που προέρχεται από τη Ρωσία.
- Το 97,5% είναι μερίδιο πετρελαίου στην κατανάλωση καυσίμων στον τομέα των μεταφορών.
- Το 8% είναι ποσοστό μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όπου η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευθεί να επιτύχει κατά την περίοδο 1990-2010.
- Το 0,2% είναι η προβλεπόμενη αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά την ίδια περίοδο εάν δεν ληφθεί κανένα μέτρο.
- 7,5 εκατομμύρια θέσεις εργασίας είναι η οικονομική βαρύτητα του τομέα των μεταφορών στην Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Το 72% των χερσαίων εμπορευματικών μεταφορών πραγματοποιείται οδικώς, το 17% σιδηροδρομικώς, το 5,5% μέσω της εσωτερικής ναυσιπλοΐας και το υπόλοιπο 5,5% μέσω αγωγών.
- Το 92% της χερσαίας μεταφοράς των επιβατών πραγματοποιείται οδικώς (83% με ιδιωτικό αυτοκίνητο και 9% με λεωφορείο και πούλμαν) και 8% σιδηροδρομικώς (7% με τρένο και 1% με τραμ ή μετρό).
- Το 19% για τα εμπορεύματα και το 13% για τους επιβάτες, είναι η αύξηση της ανάγκης σε κινητικότητα από το 1995 όπου δεν συμπεριλαμβάνονται οι θαλάσσιες και οι αεροπορικές μεταφορές.

- Το 84,2% των εκπομπών CO<sub>2</sub> που αποδίδονται στις χερσαίες μεταφορές, οφείλεται στις οδικές μεταφορές.

## 7.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

Για την αντιμετώπιση των μεγάλων περιβαλλοντικών προβλημάτων που συσχετίζονται με τη χρήση του αυτοκινήτου η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει απαιτήσει την προσαρμογή των αυτοκινήτων σε συνεχώς αυστηρότερες περιβαλλοντικές προδιαγραφές. Για να μπορέσει να αντιμετωπίσει το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά και την προαγωγή της οικονομίας στην κατανάλωση του αργού πετρελαίου. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει έρθει σε συμφωνία με κατασκευαστές αυτοκινήτων για την μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στα καινούργια αυτοκίνητα κατά 25% από το 1995 έως και το 2008-9. Πρόκειται για έναν ιδιαίτερα φιλόδοξο στόχο καθώς η τάση στους καταναλωτές είναι διαρκώς μεγαλύτερα, ισχυρότερα, καλύτερα εξοπλισμένα και ασφαλέστερα αυτοκίνητα που έχουν σαν συνέπεια την συνεχή αύξηση του βάρους του αυτοκινήτου. Ο στόχος αυτός αναμένεται να επιτευχθεί χάρη στις μεγάλες προσπάθειες για τη βελτίωση των κινητήρων των αυτοκινήτων αλλά και κυρίως λόγω της στροφής της κατανάλωσης προς τα ντίζελ αυτοκίνητα όπου μπορούν να μειώνουν τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) μέχρι και 20%.

Στην προσπάθεια αυτή των κατασκευαστών η Ευρωπαϊκή Ένωση θεσπίζει λιγότερο αυστηρά όρια εκπομπής ρύπων για τα ντίζελ και κυριότερο αυτό της χαμηλότερης φορολογίας του πετρελαίου κίνησης καθιστώντας έτσι τα ντίζελ ακόμα πιο οικονομικά και ελκυστικά για τον καταναλωτή.

Η τεράστια προσπάθεια που γίνεται τα τελευταία χρόνια για τη βελτίωση των κινητήρων ντίζελ απεικονίζεται στην μείωση των ρύπων που εκπέμπονται. Μέσα σε μόλις 13 χρόνια οι ρύποι μειώθηκαν κατά ένα σημαντικό ποσοστό από 91 έως 98%. Παρ' όλα αυτά όμως είναι γεγονός ότι ο κινητήρας ντίζελ συνεχίζει προς το παρόν να υστερεί σε δυο κρίσιμους ρύπους τα μικροσωματίδια και τα οξείδια του αζώτου, για τα οποία η Ευρωπαϊκή Ένωση ζητάει τη λήψη νέων αυστηρότερων μέτρων.

Για τον πρώτο ρύπο που αφορά τα μικροσωματίδια η τεχνολογία των κινητήρων ντίζελ προσφέρει μια νέα λύση, την εφαρμογή των φίλτρων μικροσωματιδίων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση σε πρόσφατη ανακοίνωση της δήλωσε ότι προτίθεται να καταστήσει την τεχνολογία αυτή υποχρεωτική από το 2010, οπότε και οι εκπομπές των μικροσωματιδίων θα μειωθούν τουλάχιστο σε ποσοστό 80%.

Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι εξίσου σημαντική είναι και η σημασία της ποιότητας του πετρελαίου κίνησης τόσο για τη μείωση της ρύπανσης, όσο και για τη λειτουργία των νέων τεχνολογιών. Η κακή ποιότητα καυσίμων έχει αρνητική επίπτωση στις εκπομπές των ρύπων ακόμα και για τους υπάρχοντες κινητήρες, ενώ ορισμένες από τις νέες τεχνολογίες που έχουν ξεκινήσει να εφαρμόζονται προϋποτίθεται χρήση καυσίμων με σχεδόν μηδενική περιεκτικότητα σε θείο.

Στην Ελλάδα το 1980 απαγορεύτηκε η κυκλοφορία των ΙΧ ντιζελοκίνητων αυτοκινήτων στην Αθήνα και Θεσσαλονίκη όπου πρακτικά μηδένισε τις πωλήσεις πετρελαιοκίνητων ΙΧ αυτοκινήτων. Παρ' όλο αυτό το μονόπλευρο μέτρο, τα προβλήματα ρύπανσης των μεγάλων πόλεων της Ελλάδας δεν λύθηκαν, καθώς δεν καταφέρθηκε να αντιμετωπιστεί η ρύπανση που προκαλείται από τα ΔΧ ντιζελοκίνητα φορτηγά που στην πλειοψηφία τους είναι οχήματα με μεγάλη ηλικία και παλιά τεχνολογία, επίσης από τα μη καταλυτικά βενζινοκίνητα και τις μοτοσικλέτες.

Τα προβλήματα αυτά μεγαλώνουν ακόμα περισσότερο λόγω της αδυναμίας να αντιμετωπιστεί η νοθεία στα καύσιμα κίνησης και τον έλεγχο εφαρμογής των μέτρων για τα ΚΤΕΟ. Είναι εμφανές ότι η απαγόρευση των ντιζελοκίνητων ΙΧ δεν έλυσε τα προβλήματα του νέφους, αλλά και δεν βοήθησε στην Ελλάδα την συγκράτηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στα όρια που είχε ορίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση όπως έγινε με άλλες χώρες της Ευρώπης.

Για την επίλυση των προβλημάτων αυτών η Ελλάδα θα μπορούσε να ακολουθήσει το παράδειγμα άλλων χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και να θεσπίσει κίνητρα για την κυκλοφορία ντίζελ αφού πρώτα ληφθούν μέτρα για την πάταξη της νοθείας στα καύσιμα και την αποτελεσματική λειτουργία των ΚΤΕΟ.

Η κύρια τάση στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ότι τα ντίζελ θα συνεχίσουν να αυξάνουν το μερίδιο αγοράς τους καθώς η τεχνολογία θα συνεχίσει να εξελίσσεται ραγδαία ενώ παράλληλα θα είναι και πιο φιλικά στο περιβάλλον.

Τα νέα ντιζελοκίνητα αυτοκίνητα εφοδιάζονται με φίλτρα μικροσωματιδίων στη Γερμανία και την Αυστρία 2005-6 πριν αυτά καταστούν υποχρεωτικά το 2010. Σε χώρες όπως η Γαλλία, η Ολλανδία, η Σουηδία και η Ελβετία, δεν έχει θεσπιστεί ακόμα αυτό το μέτρο αλλά είναι στα άμεσα σχέδια εφαρμογής του.

Τέλος, έχει γίνει και η εμφάνιση στην αγορά νέων περισσότερο φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών, όπως το D-CAT της Toyota, που θα μειώσουν τα μικροσωματίδια και τα άλλα οξείδια του αζώτου.

### **7.3 Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΗΣ TOYOTA <sup>[37]</sup>**

Ο μεσοπρόθεσμος στόχος της Toyota είναι η βελτίωση των πετρελαιοκινητήρων αλλά και των βενζινοκινητήρων, έτσι ώστε η περιβαλλοντική απόδοση τους να καταστεί ισοδύναμη.

Συγκεκριμένα, προσπαθεί να πετύχει τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και από τους δύο αυτούς τύπους κινητήρων στο 1/3 του επιπέδου ενός σύγχρονου βενζινοκινητήρα, ενώ παράλληλα προσπαθεί στη σημαντική μείωση των εκπομπών NOx στους πετρελαιοκινητήρες ώστε να έρθουν στο ίδιο επίπεδο με τους βενζινοκινητήρες.

Για την επίτευξη του στόχου αυτού, η Toyota βασίζεται στην εφαρμογή της τεχνολογίας D-CAT στα πετρελαιοκίνητα και την εφαρμογή της υβριδικής τεχνολογίας στα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα.

Το σύστημα D-CAT βασίζεται σε ένα εξελιγμένο σύστημα διαχείρισης του κινητήρα σε συνδυασμό με έναν καταλυτικό μετατροπέα DPNR (Diesel Particulate NOx Reduction catalyst). Στον καταλύτη DPNR, δεν υπάρχουν πρόσθετα ή συντήρηση. Γίνεται πρώτον η αποθήκευση των μικροσωματιδίων και στη συνέχεια οξειδώνονται σε τακτά διαστήματα μέσα από την ελεγχόμενη άνοδο της θερμοκρασίας των καυσαερίων. Ακόμα με τη συνεχή αναγωγή των οξειδίων του αζώτου μετατρέπεται σε αβλαβές άζωτο.

Η τεχνολογία D-CAT έχει δοκιμαστεί από το 2002 σε πραγματικές συνθήκες χρήσης για να ελεγχθεί η αξιοπιστία του συστήματος και έγινε η τοποθέτηση του συστήματος αυτού σε αυτοκίνητα παραγωγής στο 2<sup>ο</sup> εξάμηνο του 2005.

Στα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα που είναι η υβριδική τεχνολογία, η στρατηγική επιλογή της Toyota θεωρείται μια ώριμη τεχνολογία καθώς η παραγωγή του Prius ξεκίνησε το 1997 και το 2004 ξεπέρασε τις 250.000 μονάδες σε παγκόσμιες πωλήσεις. Η υβριδική τεχνολογία επιτρέπει την δραστική μείωση των ρύπων για τα σύγχρονα βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα, ενώ επιτρέπει ταυτόχρονα τη δραστική μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Η μείωση αυτή είναι ιδιαίτερα μεγάλης σημασίας για την οδήγηση εντός πόλης όπου η κατανάλωση του καυσίμου μειώνεται περίπου στο μισό.

Επενδύοντας το 1% περίπου του ετησίου τζίρου της η Toyota για ανάπτυξη νέων τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον είναι σήμερα σε θέση να προσφέρει αυτοκίνητα που σέβονται το περιβάλλον και μπορούν να συμβάλλουν θετικά στα μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα της Ελλάδας αλλά και ολόκληρου του πλανήτη γενικότερα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>

### ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ. <sup>[4,36, 38]</sup>

Με τον όρο βιοκαύσιμα εννοούμε ότι μπορεί να παράγει κανείς ενέργεια που προέρχεται από τη βιομάζα. Τα υγρά καύσιμα δηλαδή που παράγονται από τα βιοκαύσιμα, η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ, να είναι ικανά να χρησιμοποιούνται στις μεταφορές αντί της βενζίνης και του πετρελαίου κίνησης αντίστοιχα. Ιστορικά τα πρώτα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο ανήκαν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Έτσι το ξύλο, το λίπος, τα φυτικά λάδια αλλά και τα αποστάγματα οργανικής προέλευσης εμπίπτουν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Επειδή τα βιοκαύσιμα έχουν σχετικά γρήγορη και εύκολη βιολογική σύνθεση σε αντίθεση με την μακροχρόνια και κάτω από ειδικές συνθήκες δημιουργίας του αργού πετρελαίου, κατατάσσονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και θεωρούνται πολύ φιλικά προς το περιβάλλον.

Αν τα συγκρίνουμε με τα ορυκτά καύσιμα, τα βιοκαύσιμα παρουσιάζουν πολλά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα στη χρήση τους, ενώ εξετάζοντας τον κύκλο ζωής τους μπορεί να εμφανίσουν και μερικά μειονεκτήματα. Τα τελευταία χρόνια ο συνδυασμός περιβαλλοντικών, οικονομικών, εθνικών και γεωπολιτικών παραμέτρων σε παγκόσμιο επίπεδο οδήγησαν στη θέσπιση διάφορων μέτρων και κινήτρων για την αύξηση της χρήσης τους.

Σε μια προσπάθεια να προωθήσει τη χρήση των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών στην Ευρώπη, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε την κοινοτική οδηγία 2003/30/ΕΚ. Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2003/30/ΕΚ βιοκαύσιμα θεωρούνται κάθε υγρό ή αέριο καύσιμο για τις μεταφορές το οποίο παράγεται από βιομάζα όπου βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων από γεωργικές (συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών), δασοκομικές και συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων. Σύμφωνα με την ίδια οδηγία στην κατηγορία των βιοκαυσίμων εμπίπτουν η βιοαιθανόλη, το βιοντίζελ (μεθυλεστέρας λιπαρών οξέων), το βιοαέριο, η βιομεθανόλη, ο βιοδιμεθυλαιθέρας, ο βιο-ETBE (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας, ο βιο-MTBE (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας), τα

συνθετικά βιοκαύσιμα (συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή μείγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που έχουν παραχθεί από βιομάζα), το βιοϋδρογόνο και τα καθαρά φυτικά έλαια. Επίσης η νομοθεσία προβλέπει ότι τα κράτη μέλη οφείλουν να διασφαλίσουν ότι μια ελάχιστη αναλογία βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων διατίθεται στις αγορές τους, αναλογία η οποία για το 2005 ορίζεται στο 2 %, υπολογιζόμενη βάσει του ενεργειακού περιεχομένου, επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ που διατίθεται στις αγορές τους προς χρήση στις μεταφορές. Η αναλογία αυτή οφείλει να αυξηθεί στο 5.75% έως το τέλος του 2010. Η Ελλάδα το καλοκαίρι του 2005 ενσωμάτωσε την οδηγία αυτή στην εθνική νομοθεσία. Η Ελλάδα δεν κατάφερε να επιτύχει το στόχο του 2% στο τέλος του 2005 ενώ αμφιβολίες εκφράζονται για το κατά πόσο θα επιτευχθεί και ο στόχος για το 2010.

Οι πολιτικοί στόχοι αυτού του νόμου εντοπίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες, στην τήρηση των κοινοτικών δεσμεύσεων από την Οδηγία 2003/30, στην ενίσχυση της ασφάλειας της ενεργειακής τροφοδοσίας, την ανεξαρτησία της Ελλάδας με την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων, την προστασία του περιβάλλοντος μέσα από την τήρηση του πρωτοκόλλου του Κιότο και την ενίσχυση της τοπικής παραγωγής βιοκαυσίμων με τέτοιο τρόπο ώστε τα βιοκαύσιμα που θα διακινηθούν στην ελληνική αγορά να προέρχονται όχι μόνο από εγχώρια εργοστάσια αλλά και εργοστάσια που έχουν χρησιμοποιήσει εγχώρια πρώτη ύλη.

## **8.1 Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ** <sup>[4, 39]</sup>

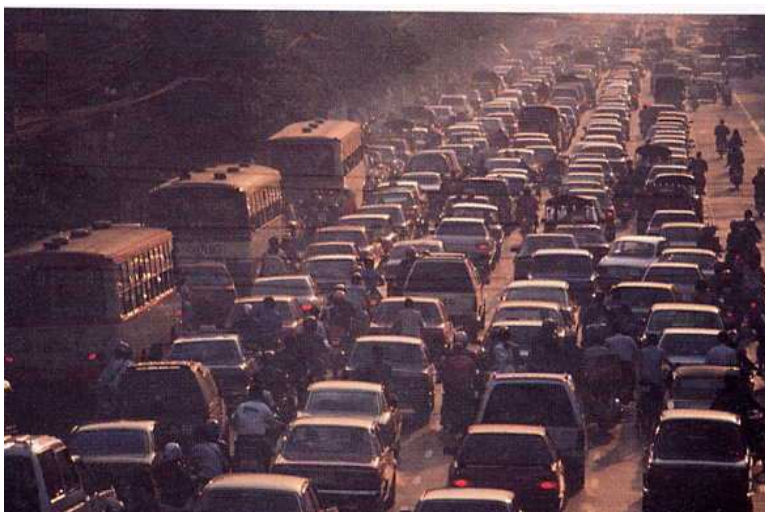
Τα βιοκαύσιμα, ως βιοαιθανόλη καλύπτουν στη Βραζιλία από τη δεκαετία του '80 σημαντικό μέρος ζήτησης για καύσιμα κίνησης, ενώ στις ΗΠΑ η βιοαιθανόλη χρησιμοποιείται σε ορισμένες Πολιτείες ή σε ορισμένες χρήσεις (αγώνες ταχύτητας) και πριν τις πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του '70.

Αντίθετα για την Ευρώπη τώρα αρχίζουν τα βιοκαύσιμα να διεκδικούν μέρος της αγοράς των καυσίμων για μεταφορές και για το λόγο αυτό η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με την Οδηγία 2003/30 ορίζει ότι μέχρι το 2010 το 5,75% των καυσίμων κίνησης των οχημάτων θα πρέπει να είναι με βιοκαύσιμα και τα Κράτη Μέλη θα πρέπει να πάρουν

τα απαραίτητα μέτρα ώστε να εναρμονιστούν οι εθνικές νομοθεσίες για να αναπτυχθεί η παραγωγή και η χρήση των βιοκαύσιμων.

Οι λόγοι που λαμβάνονται για τα μέτρα είναι πρώτα περιβαλλοντικοί και γεωπολιτικοί και έπειτα οικονομικοί και κοινωνικοί:

- Οι περιβαλλοντικοί λόγοι αφορούν τη μείωση της εκπομπής ρύπων που υπάρχει από τα καυσαέρια των κινητήρων των αυτοκινήτων και από τον κλάδο των μεταφορών γενικότερα, καθώς και από την επίτευξη του Πρωτοκόλλου του Κιότο.



*Σχήμα 8.1. Η αύξηση της μετακίνησης και της μεταφοράς δημιουργούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα με την έκλυση αερίων του θερμοκηπίου.<sup>(39)</sup>*

- Με τους γεωπολιτικούς λόγους επιδιώκεται η εξασφάλιση του εφοδιασμού των καυσίμων και η μείωση των εισαγωγών και της εξάρτησης της Ευρώπης και των Κρατών Μελών της από τις πετρελαιοπαραγωγικές χώρες.
- Οι οικονομικοί λόγοι σχετίζονται με τη δημιουργία νέων πεδίων επιχειρηματικής και εμπορικής δραστηριότητας σε έναν τομέα με μεγάλο κύκλο εργασιών όπως είναι ο τομέας των καυσίμων και την ανάπτυξή τους σε χώρες και περιοχές που μέχρι σήμερα δεν σχετίζονται με την εξόρυξη πετρελαίου.

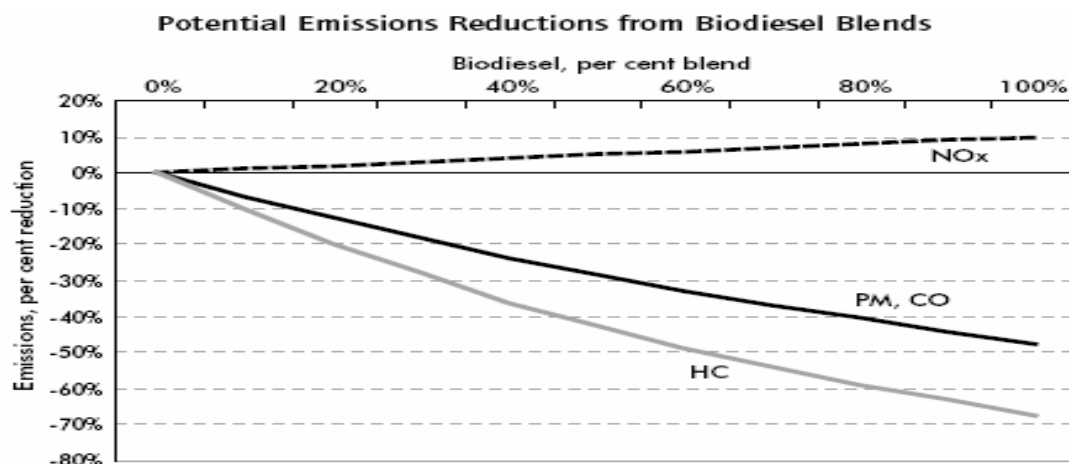
- Οι κοινωνικοί λόγοι αποβλέπουν στη δυνατότητα νέας αγροτικής πολιτικής και εξασφάλισης αγροτικών δραστηριοτήτων τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο δημιουργώντας έτσι νέες θέσεις εργασίας και αξιοποιώντας παράλληλα τις αγροτικές εκτάσεις με αποδοτικότερο τρόπο.

Έτσι από την μια μεριά τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα με τις κλιματικές αλλαγές και από την άλλη η μεγάλη αύξηση των τιμών του πετρελαίου κάνει τις εναλλακτικές λύσεις πιο βιώσιμες οικονομικά και το κόστος των νέων καυσίμων ανταγωνιστικό απέναντι στο πετρέλαιο. Οι δύο αυτοί λόγοι είναι που ωθούν τη λήψη μέτρων για την αύξηση της παραγωγής και της χρήσης των βιοκαυσίμων.

## **8.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ**

Το κυριότερο από τα πλεονεκτήματα των βιοκαυσίμων είναι ότι θεωρούνται φιλικά προς το περιβάλλον και ότι η χρήση τους, δηλαδή η καύση τους στους κινητήρες γίνεται σε κλειστό κύκλο άνθρακα με την εκπεμπόμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) να είναι ίση με αυτήν που απορροφήθηκε κατά την ανάπτυξη των φυτών από τα οποία παράγονται τα βιοκαύσιμα..

Λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς τους σε θείο οι εκπομπές διοξειδίου του θείου ( $\text{SO}_2$ ) είναι μηδενικές ή πολύ χαμηλές σε σχέση με άλλα συμβατικά καύσιμα. Ακόμα δεν περιέχουν αρωματικούς υδρογονάνθρακες, έχουν χαμηλές εκπομπές οξειδίων του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ), μονοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}$ ) και άκαυστων υδρογονανθράκων και αιθάλης, σχήμα 8.2.



Source: EPA (2002b).

Σχήμα 8.2. Ποσοστό μείωσης των εκπομπών με την περιεκτικότητα του καυσίμου σε βιοντήζελ. (Πηγή «Biofuels for Transport – An International Perspective», International Energy Agency, April 2004)<sup>(41)</sup>

Άλλα πλεονεκτήματα των βιοκαυσίμων:

- Έχουν καλύτερο ενεργειακό ισοζύγιο σε σύγκριση με άλλα ορυκτά καύσιμα, δημιουργώντας καλύτερο ισοζύγιο αερίων του θερμοκηπίου.
- Είναι βιολογικά αποδόσιμα.
- Και συμβάλλουν στη διατήρηση των φυσικών πόρων.

Αξίζει να αναφερθούν ορισμένα αποτελέσματα από μελέτες σχετικά με τη χρήση των βιοκαυσίμων:

- Μια πρόσφατη μελέτη στο Πανεπιστήμιο της Μινεάπολις στις ΗΠΑ, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το βιοντήζελ συνιστά καλύτερη επιλογή από τη βιοαιθανόλη: η βιοαιθανόλη από καλαμπόκι αποδίδει 25% περισσότερη ενέργεια από αυτή που απαιτείται για την παραγωγή της, ενώ το βιοντήζελ από σπόρους σόγιας αποδίδει 93% περισσότερη ενέργεια. Συγκρίνοντας αυτά με τα ορυκτά καύσιμα η βιοαιθανόλη παράγει 12% λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενώ το βιοντήζελ παράγει 41% λιγότερες.

- Ανάλογη μελέτη στο IFEN, το Γαλλικό Ινστιτούτο Περιβάλλοντος έδειξε ότι η χρήση βιοντήζελ δημιουργεί 75% λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου, ενώ η χρήση βιοαιθανόλης δημιουργεί 60% λιγότερα. Τα μεγέθη αυτά είναι μεγαλύτερα στις περισσότερες μελέτες που έχουν γίνει ωστόσο η Greenpeace θεωρεί ότι στη μελέτη αυτή δεν έχουν εκτιμηθεί πλήρως τα δεδομένα της καλλιέργειας της πρώτης ύλης και γιαυτό υπάρχει η διαφορά.

Παρόμοιες αποκλίσεις παρατηρούνται και σε άλλες μελέτες αλλά το γεγονός αυτό οφείλεται συνήθως στην εξέταση για την χρήση των βιοκαυσίμων όπου συγκρίνεται το είδος και η συγκέντρωση των ρύπων από τις εξατμίσεις των οχημάτων που εκπέμπονται και έτσι εμφανίζονται οι αποκλίσεις που υπάρχουν.

Μια πληρέστερη εικόνα των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τη χρήση των βιοκαυσίμων μπορούμε να έχουμε εξετάζοντας τον κύκλο ζωής τους, αρχικά εντοπίζοντας τις γενικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχουν, καθώς και τα μειονεκτήματα που υπάρχουν από τη χρήση τους:

- Κατά την επεξεργασία της πρώτης ύλης από την παραγωγή, την καλλιέργεια, τη συγκομιδή καθώς και την μεταφορά της χρησιμοποιούνται μηχανήματα και διάφορα άλλα οχήματα τα οποία κινούνται με ορυκτά καύσιμα, με συνέπεια να εκπέμπεται διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Έτσι λοιπόν κατά κάποιον τρόπο ανατρέπεται η άποψη ότι τα βιοκαύσιμα είναι ουδέτερα σε εκπομπές άνθρακα.
- Η ευρύτερη και η εντατικότερη καλλιέργεια ενεργειακών φυτών οδηγεί στην μονοκαλλιέργεια και την υποβάθμιση των χρήσεων της γης, με επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα με την απομάκρυνση διάφορων πουλιών και εντόμων. Ακόμα και στην παροχή νερού λόγω των αυξημένων απαιτήσεων για την άρδευση των ενεργειακών καλλιεργειών και την ποιότητα του εδάφους.
- Μέσα από την χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων που γίνονται για τις καλλιέργειες και επειδή αυτά βασίζονται σε διάφορες ενώσεις αζώτου, θείου και αμμωνίας, έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της οξύτητας του εδάφους και των νερών δημιουργώντας συνθήκες ευτροφισμού.

- Οι κινητήρες που χρησιμοποιούν βιοντήζελ εκπέμπουν περισσότερα οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ) σε σύγκριση με την καύση του πετρελαίου κίνησης.
- Σε μια παγκοσμιοποιημένη αγορά πρώτων υλών και σε ένα σύστημα μεταφοράς υπολογισμού και δικαιωμάτων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου είναι πολύ πιθανό τα οφέλη από τα πλεονεκτήματα της χρήσης των βιοκαυσίμων να τα χρησιμοποιήσουν αναπτυγμένες χώρες μειώνοντας τις εκπομπές στον κλάδο των μεταφορών, ενώ από την άλλη μεριά τα μειονεκτήματα από την καλλιέργεια των φυτών και την παραγωγή της πρώτης ύλης να βλάψουν χώρες του Τρίτου Κόσμου οι οποίες θα διαθέσουν μεγάλες εκτάσεις γι' αυτές τις ενεργειακές καλλιέργειες. Έτσι με τον τρόπο αυτό μπορεί οι αναπτυγμένες χώρες να φαίνονται ότι επιτυγχάνουν τους στόχους τους στο Πρωτόκολλο του Κιότο, αλλά από την άλλη αναπτυσσόμενες χώρες να παρουσιάζουν αυξημένες εκπομπές λόγω της μεγάλης χρήσης λιπασμάτων και διάβρωσης του εδάφους από την επεξεργασία της πρώτης ύλης για την παραγωγή βιοκαυσίμων.
- Η αυξημένη ζήτηση για καύσιμα μπορεί να οδηγήσει φτωχές αναπτυσσόμενες χώρες ανάλογα με το τι ευνοεί την καλλιέργεια αποδοτικών ενεργειακών φυτών στην μείωση των εκτάσεων που παράγουν τρόφιμα για την παραγωγή των βιοκαυσίμων. Έτσι μια τέτοια κατάσταση θα έχει κακές συνέπειες στους κατοίκους των περιοχών αφού η παραγωγή βιοκαυσίμων ελάχιστα θα μπορέσει να βελτιώσει τα έσοδα και το βιοτικό τους επίπεδο, ενώ ταυτόχρονα θα στερηθούν τα τρόφιμα αν χρειαστεί για την επιβίωσή τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup>

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Η εξάρτηση του σύγχρονου κόσμου από τα ορυκτά καύσιμα και τα αυξανόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη οδηγούν στην ανάγκη εξεύρεσης νέων εναλλακτικών λύσεων. Μια τέτοια λύση μπορεί να είναι τα βιοκαύσιμα γιατί πρώτον παράγονται από αγροτικές πρώτες ύλες και δεύτερον μέσα από τη μελέτη του κύκλου ζωής τους προκύπτει ότι οι επιδράσεις τους στο περιβάλλον είναι περισσότερο θετικές παρά αρνητικές σε σύγκριση με αυτή των ορυκτών καυσίμων, με προϋπόθεση βέβαια ότι οι τοπικές συνθήκες εδάφους, άρδευσης και κλίματος είναι ευνοϊκές.

Τα βιοκαύσιμα δεν μπορούν να είναι η λύση στο πρόβλημα του περιβάλλοντος από τα οχήματα, μπορούν όμως να είναι μέρος της λύσης του, με την βοήθεια κανονισμών μείωσης των εκπομπών από τα οχήματα, όπως μαζί με τα υβριδικά, τα επαναφορτιζόμενα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, την ηλεκτρική ενέργεια από τα αιολικά και τα ηλιακά συστήματα και την αυξημένη αποδοτικότητα των κτιρίων και των βιομηχανικών διεργασιών.

Καταλήγοντας διαπιστώνουμε ότι ο λιγνίτης κυριαρχεί σαν καύσιμο στην Ελλάδα και δυστυχώς η κατάσταση δεν πρόκειται να διαφοροποιηθεί για τα επόμενα χρόνια και αυτό γιατί για να αποδεσμευτεί από τον λιγνίτη θα πρέπει πρώτα να απαντηθεί ένα μεγάλο ερώτημα, πως θα μπορέσουν να διασφαλιστούν εναλλακτικές θέσεις εργασίας στον ενεργειακό τομέα αφού η λιγνιτοπαραγωγή σήμερα διασφαλίζει αρκετές χιλιάδες θέσεις εργασίας. Η απάντηση που θα μπορούσε να δοθεί σε αυτό το ερώτημα είναι μέσα από τις καθαρές πηγές ενέργειας, αφού αυτές δημιουργούν περισσότερες θέσεις εργασίας από τον λιγνίτη, τόσο ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος όσο και ανά μονάδα ενέργειας. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει αποτελέσματα που βγήκαν από πρόσφατη έρευνα<sup>[33]</sup>.



Πίνακας 9.1<sup>[33]</sup>

<b>Εργατοέτη σε σχέση με λιγνίτη (λιγνίτης = 1)</b>	<b>Ανά μονάδα ισχύος</b>	<b>ανά μονάδα ενέργειας</b>
<b>Λιγνίτης (παραγωγή &amp; ορυχεία)</b>	1	1
<b>Φωτοβολταϊκά</b>	2,5	18,75
<b>Αιολικά</b>	0,9	3,75
<b>Βιομάζα</b>	2,4	2,50
<b>Γεωθερμία</b>	2,8	2,50
<b>Ηλιοθερμικά</b>	1,4	6,25
<b>Υδροηλεκτρικά</b>	1,2	6,88

Το θέμα των θέσεων εργασίας μπορεί να απαντηθεί, το πραγματικό όμως ερώτημα είναι πως θα μπορέσουμε να περάσουμε σε μια μεταλιγνιτική εποχή χωρίς απότομες και επώδυνες αλλαγές, πώς θα μπορέσει να υπάρξει σχεδιασμός και πρόνοια ώστε η ελληνική κοινωνία να μπορέσει να απορροφήσει τόσο μεγάλες αλλαγές.

Για να μπορέσουμε να αντιμετωπίσουμε αυτά τα προβλήματα που είναι συνδεδεμένα με το λιγνίτη και τα οποία περιγράψαμε παραπάνω, θα πρέπει να διασφαλίσουμε ότι δεν θα κατασκευαστούν άλλοι νέοι λιγνιτικοί σταθμοί και ότι οι παλιές μονάδες της ΔΕΗ θα μπορέσουν να κλείνουν σταδιακά καθώς φτάνουν στο τέλος του ωφέλιμου χρόνου ζωής τους. Έτσι η μετάβαση στη μεταλιγνιτική εποχή θα γίνει σταδιακά και θα διαρκέσει περίπου 20-25 χρόνια αφού τόσο εκτιμάται ότι θα απαξιωθεί και ο πιο σύγχρονος λιγνιτικός σταθμός της ΔΕΗ.

Το πέρασμα λοιπόν σε μια μεταλιγνιτική εποχή είναι βέβαιο αν δεν θέλουμε να υποστούμε τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών από τη χρήση του λιγνίτη. Έτσι μετά το ερώτημα που γεννάται είναι το πόσο γρήγορα θα μπορέσει να συμβεί αυτό. Η απάντηση σε αυτό το σημείο δεν μπορεί να είναι τίποτα άλλο παρά πολιτική, δηλαδή η χώρα χρειάζεται να έχει ένα μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό που δεν θα υποθηκεύει το μέλλον των επόμενων γενεών, αλλά θα

τους ανοίξει το δρόμο σε μια εποχή καθαρής ενέργειας, την εποχή της ηλιακής οικονομίας.

## 9.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ακόμη και μετά τη διεύρυνσή της σε 27 μέλη καταλαμβάνει μόλις το 7% της αύξησης της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας μεταξύ του 2000 και του 2020, ποσοστό μεγαλύτερο από το ένα τρίτο αυτής της αύξησης αναμένεται να είναι στην Κίνα και την Ινδία. Οι αποφάσεις για την Ευρωπαϊκή Ένωση και για τις άλλες εκβιομηχανισμένες χώρες θα έχουν μεγάλες συνέπειες παγκοσμίως τόσο στο μέγεθος όσο και στον τρόπο χρήσης της ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση όπως και άλλες χώρες του ΟΟΣΑ έχουν την ηθική και πρακτική ευθύνη να κάνουν δυνατή την υιοθέτηση πολιτικών από τις εκβιομηχανισμένες χώρες οι οποίες θα μπορέσουν να βοηθήσουν να εξασφαλιστεί ο ενεργειακός εφοδιασμός τους και να τεθεί υπό έλεγχο η κλιματική αλλαγή χωρίς να επηρεαστεί η οικονομική τους μεγέθυνση.

Ο μέσος πολίτης στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 25, καταναλώνει περίπου το πενταπλάσιο σε ορυκτή ενέργεια του μέσου πολίτη της Ασίας, της Αφρικής και της Μέσης Ανατολής πράγμα που ισχύει και για πολίτες της Ιαπωνίας. Ενώ αντίστοιχα οι πολίτες των ΗΠΑ καταναλώνουν σχεδόν ίσο με το δωδεκαπλάσιο από τους άλλους. Έτσι οι πλουσιότερες χώρες θα πρέπει να μετριάσουν την κατανάλωσή τους σε στερεά καύσιμα για να μπορέσουν να έχουν ελπίδες και πιθανότητες να πείσουν τις λιγότερο εύπορες χώρες να κάνουν το ίδιο.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει συμβάλει συγκεκριμένα και πρακτικά στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ιδιαίτερα με την ανάπτυξη καλύτερων και φθηνότερων τεχνικών και θεσμικών λύσεων, με αποτέλεσμα να αποτελεί τον πρωτοπόρο στην ανάπτυξη και την εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στην Δυτική Ευρώπη όπου καταναλώνεται το 16% της ενέργειας παγκοσμίως, σημειώθηκε 31% ποσοστό αύξησης σε παγκόσμιο επίπεδο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα μεταξύ του 1990 και του 2000, το 48% της αύξησης αυτής ήταν από μικρά υδροηλεκτρικά έργα και το 79% της αύξησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ήταν από την αιολική ενέργεια.

Προκειμένου λοιπόν να συνεχίσει η Ευρώπη να διαδραματίζει τον ρόλο που της αρμόζει δεν επιτρέπεται να εφησυχάσει όπως προκύπτει από τα διαγράμματα, γιατί το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εξακολουθεί να υστερεί σημαντικά έναντι του μεριδίου των ορυκτών καυσίμων, του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και της πυρηνικής ενέργειας.

Από το 1997, η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθεί να πετύχει τον στόχο της και να αυξήσει σε 12% το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 15 μέχρι το 2010, έναντι ποσοστού 5,2% που ήταν το 1995. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι οι διαφορές που θα υπάρξουν από την στράτευση των χωρών για την ανάπτυξη της ανανεώσιμης ενέργειας.

## **9.2 ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Ολοκληρώνοντας καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Το μεγαλύτερο ποσοστό της ενεργειακής κατανάλωσης γίνεται από τον λιγνίτη, ακολουθεί το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, η πυρηνική ενέργεια και στο τέλος βρίσκονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Ο λιγνίτης αποτελούσε και εξακολουθεί να αποτελεί τον κύριο ενεργειακό πόρο για την παραγωγή ηλεκτρισμού στην Ελλάδα, στα πλαίσια αυτά επιβάλλεται η αναβάθμιση στη χρήση του λιγνίτη μέσα από τη βελτίωση της απόδοσης της παραγωγικής αλυσίδας του καυσίμου και την απόκτηση εμπειρίας για την εισαγωγή νεότερων καθαρών τεχνολογικών μονάδων λιγνίτη στο ισοζύγιο της χώρας.
- Η ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας θα μπορούσε να στηριχθεί στην ανάπτυξη των ΑΠΕ μιας και διαθέτει μεγάλα αποθέματα τόσο αιολικού και ηλιακού δυναμικού, όσο και υδάτινου δυναμικού, έτσι η ορθολογική χρήση αυτών των πηγών ενέργειας θα μπορούσε να οδηγήσει στην ενεργειακή ανεξαρτησία της Ελλάδας.
- Τόσο η Ελλάδα όσο και η πλειοψηφία των υπό ανάπτυξη αλλά και ήδη ανεπτυγμένων χωρών έχουν σημαντική εξάρτηση από την παραγωγή του λιγνίτη, κάτι

το οποίο δεν πρόκειται να μεταβληθεί άμεσα λόγω ότι το καύσιμο βρίσκεται άφθονο σε αρκετές χώρες αλλά και για λόγους στήριξης της τοπικής οικονομίας.

- Η παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα στηριζόμενη στην παραγωγή από λιγνίτη οδηγεί σε σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά και σε σημαντικά προβλήματα της υγείας των κατοίκων που ζουν στις συγκεκριμένες περιοχές.

- Η ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας γίνεται με πολύ αργούς ρυθμούς με αποτέλεσμα ελάχιστα τμήματα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αυτής της μορφής να γίνονται από ΑΠΕ και η κατάσταση δεν προβλέπεται να αλλάξει γρήγορα και δυναμικά από τη στιγμή που υπάρχουν και άλλες ευκολότερες μέθοδοι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

- Καύσιμα όπως είναι η πυρηνική ενέργεια και οι κυψέλες υδρογόνου είναι ασύμφορα για τον ελληνικό χώρο και πολύ δύσκολα να χρησιμοποιηθούν για περιβαλλοντικούς λόγους, αλλά και για λόγους έλλειψης τεχνογνωσίας πάνω σ αυτά

- Η χρήση πετρελαίου είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος για τις μεταφορές και για την τεράστια ρύπανση που προκαλεί, για να μπορέσει να ανατραπεί η κατάσταση αυτή, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν και άλλες μέθοδοι κίνησης όπως βιοκαύσιμα και κυψέλες υδρογόνου.

- Συνεχίζοντας τη χρησιμοποίηση του πετρελαίου και της μη αξιοποίησης των φυσικών πηγών ενέργειας πέρα από την σταδιακή εξαφάνιση των πηγών ενέργειας, θα υπάρξει και άλλο πρόβλημα λόγω της σημαντικής αύξησης των τιμών των καυσίμων.

- Τέλος, η διείσδυση του φυσικού αερίου στην Ελλάδα θα μπορούσε να γίνει με ταχύτερους ρυθμούς ώστε να υπάρχουν περισσότερες λύσεις στα ενεργειακά της ελλείμματα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Καλδέλης Ιωάννης, Σεμινάριο ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, Ενέργεια, Οικονομία και Περιβάλλον, 2005.
2. Ευρωπαϊκή έκθεση για το περιβάλλον 2004, Μεσόγειος ΣΟΣ, <http://www.medsos.gr/content/view/219/92/>
3. <http://www.ecotec.gr/article.php?ID=110>.
4. <http://el.wikipedia.org/wiki>.
5. Παπαγεωργίου Ν. (1991), Ατμοπαραγωγοί Ι, Εκδόσεις Συμεών.
6. Ψωμάς Σ. (2006). Το τέλος του λιγνίτη και το πέρασμα σε μια νέα ενεργειακή εποχή, Έκθεση του Ελληνικού Γραφείου της Greenpeace.
7. <http://www.inegsee.gr/pdxb/Aktiv/Erevna/Fotinopulu/Elda/kef1-6.htm>
8. [www.neo.gr/website/ergasiamathiti/96.htm](http://www.neo.gr/website/ergasiamathiti/96.htm)
9. <http://www.setimes.com/cocoon/setimes/images/2006/09/25/ERLISphoto.jpg>
10. <http://tovima.dolnet.gr/data/D2004/D0822/1and9a.jpg>
11. Ρακόπουλος Δ. (1998), Μηχανές Εσωτερικής Καύσης, Εκδόσεις Φούντας.
12. [www.saintpaul.gr/technology/general.html](http://www.saintpaul.gr/technology/general.html)
13. Public Power Corporation, ΔΕΗ Α.Ε., ([www.dei.gr](http://www.dei.gr))
14. ΥΠΑΝ (2005). 3<sup>η</sup> Εθνική Έκθεση για το επίπεδο διεύθυνσης της ανανεώσιμης ενέργειας το έτος 2010 (Άρθρο 3 Οδηγίας 2001/77/ΕΚ), Αθήνα, Οκτώβριος 2005, [www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)
15. Τσαρούχας, Ι. και Βάσσος Σ., “Λιγνίτης και Φυσικό Αέριο στην Ηλεκτροπαραγωγή της Χώρας”, (2005), Δημερίδα με θέμα “Λιγνίτης και Φυσικό Αέριο στην Ηλεκτροπαραγωγή της χώρας”
16. Παπανικολάου, Κ. και Κώττης Θ., “Λιγνίτες στην Ελλάδα: Ιδιότητες, χρήσεις και προοπτικές”, (2005), Δημερίδα με θέμα “Λιγνίτης και Φυσικό Αέριο στην Ηλεκτροπαραγωγή της χώρας”
17. Καβουρίδης Κ.Β., Χαλούλος Κ., Λεοντίδης Μ., Ρούμπος Χ. (2005). Η εκμετάλλευση του λιγνίτη στην Ελλάδα με οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια. Σημερινή κατάσταση και προοπτικές. Δημερίδα ‘Λιγνίτης και Φυσικό Αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας’, 9-10 Ιουνίου 2005, ΤΕΕ.
18. ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ([www.rae.gr](http://www.rae.gr))
19. BP STATISTICS, ([www.bp.com](http://www.bp.com))

20. Γεωργίου Γ, Νάκος Σ και Συμεωνίδη Α. (2002), Ενεργειακές Καταναλώσεις στον Ελλαδικό Χώρο, Αθήνα.
21. International Energy Agency, ([www.iea.org](http://www.iea.org))
22. Hellenic Statistical Agency, ([www.statistics.gr](http://www.statistics.gr))
23. Παπαγεωργίου Ν. (1991), Ατμοπαραγωγοί ΙΙ, Εκδόσεις Συμεών.
24. Ιορδάνης, Τ., “Λιγνίτης, Ο ανεκτίμητος αξίας Εθνικός Ορυκτός Πόρος που καταδικάζεται να απαξιωθεί”, (2005), Δημερίδα με θέμα “Λιγνίτης και Φυσικό Αέριο στην Ηλεκτροπαραγωγή της χώρας”
25. EPER (2006) European Pollutant emissions register. [www.eper.cec.eu.int](http://www.eper.cec.eu.int).
26. Ευθυμιάδης Α., Βιρβίλη Ε., Πορφυρης Γ., 2005. Συγκριτική αξιολόγηση τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής από πλευράς οικονομικής και περιβαλλοντικής απόδοσης. Δημερίδα «Λιγνίτης και φυσικό αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας» 9-10 Ιουνίου 2005, ΤΕΕ
27. New Scientist (2006), Carbon Dioxides great underground escape in doubt. Issue 2560 pp, 19, 18 July 2006.
28. Κακαρας Ε., Δουκελής Α., Γιαννακοπουλος Δ., Κουμανακος Δ., (2005), Δέσμευση CO<sub>2</sub> στον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη και φυσικό αέριο. Δημερίδα «Λιγνίτης και φυσικό αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας» 9-10 Ιουνίου 2005, ΤΕΕ. [http://library.tee.gr/digital/m2069/m2069\\_kakaras.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2069/m2069_kakaras.pdf)
29. Κουκουζας Ν., Στογιαννης Π., Κλημαντος Π., Κακαρας Ε., (2005) Αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε υπόγειους γεωλογικούς ταμιευτήρες. Δημερίδα «λιγνίτης και φυσικό αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας» 9-10 Ιουνίου 2005 ΤΕΕ.
30. DOE/EPRI (2000). Evaluation of innovation fossil fuel power plants with CO<sub>2</sub> removal. EPRI., Palo Alto, California, U.S. Department of Energy – Office of Fossil Energy, Germantown, Maryland, and U.S. Department of Energy/NETL, Pittsburgh, Pennsylvania: 1000316
31. Herzog H. (2006). The future of coal: addressing carbon and other environmental concerns. 2006 EIA Energy Outlook and Modeling Conference, MIT, March 27<sup>th</sup> 2006.
32. Herzog H., Golomb D. (2004). Carbon capture and storage from fossil fuels. Contribution to Encyclopaedia of Energy. [http://sequestration.mit.edu/pdf/encyclopedia of energy article.pdf](http://sequestration.mit.edu/pdf/encyclopedia%20of%20energy%20article.pdf)

33. Bock B.R., Rhudy R.G., Herzog H. CO<sub>2</sub> storage and sink enhancements: Developing comparable economics. MIT, <http://sequestration.mit.edu/pdf/ghgt6paper H4-1.pdf>
34. Hurst P. (2004). CO<sub>2</sub> capture and storage: an overview of BP's activities. Sep. 2004  
[www.tkk.fi/Units/ChemEng/efce/2004/presentations/MWR%20WoodmanEFCE%20co2.pdf](http://www.tkk.fi/Units/ChemEng/efce/2004/presentations/MWR%20WoodmanEFCE%20co2.pdf).
35. Ευρωπαϊκή έκθεση για το περιβάλλον 2004, Μεσόγειος ΣΟΣ, <http://www.medsos.gr/content/view/219/92/>
36. ΥΠΕΧΩΔΕ (2006). Δελτίο τύπου για την κατανομή δικαιωμάτων εκπομπών, 18 Μαΐου 2006.
37. European Commission: DG for Energy and Transport, (TREN)
38. Hellenic Ministry of Development ([www.ypan.gr](http://www.ypan.gr))
39. Γνώμη της Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής επί του Σχεδίου Νόμου “Εισαγωγή των Βιοκαυσίμων και των άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων στην Ελληνική Αγορά”
40. «Biofuels for Transport – An International Perspective», International Energy Agency, April 2004